



TUGAS AKHIR - TE145561

APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT

David Syaputra Bagus
NRP 1031 14 001 040

Dosen Pembimbing
Slamet Budiprayitno ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TE145561

APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT

David Syaputra Bagus
NRP 1031 14 001 040

Dosen Pembimbing
Slamet Budiprayitno ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE145561

APPLICATION OF SOLAR PANEL FOR LOAD LAMP 40 WATT

David Syaputra Bagus
NRP 1031 14 001 040

Supervisor
Slamet Budiprayitno ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

*Department Electrical Engineering Automation
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018*



FINAL PROJECT - TE145561

APPLICATION OF SOLAR PANEL FOR LOAD LAMP 40 WATT

David Syaputra Bagus
NRP 1031 14 001 040

Supervisor
Slamet Budiprayitno ST., MT
Onie Meiyanto, S.Pd

Department Electrical Engineering Automation
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **"APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Januari 2018



David Syaputra Bagus
NRP 2214039040

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT


TUGAS AKHIR

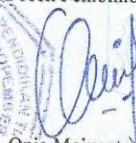
Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing


Slamet Budiprayitno, ST., MT.
NIP. 19781113 201012 1 002


Onie Meiyanto, S.Pd.
NIP. 19850501 201101 1 008

SURABAYA
JANUARI, 2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT

Nama Mahasiswa : David Syaputra Bagus
NRP : 103114001040
Dosen Pembimbing : Slamet Budiprayitno ST., MT.
NIP : 19781113 201012 1 002
Dosen Pembimbing : Onie Meiyanto, S.Pd
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRAK

Penggunaan energi di Indonesia masih menggunakan energi yang berasal dari fosil. Sehingga banyak menghasilkan karbon dioksida. Sifat karbon dioksida cukup beracun jika dalam jumlah besar. Sedangkan ada energi matahari yang cukup melimpah kurang dimanfaatkan.

Pada Tugas Akhir yang berjudul “Aplikasi Panel Surya Untuk Beban Lampu 40 Watt” adalah sebuah solusi untuk menggantikan energi dari PLN menjadi panel surya. Sebagai sumber tegangan untuk penerangan di beberapa tempat seperti jalan. Pada alat ini terdiri atas panel surya, *solar charge*, aki dan *inverter*.

Dari alat tersebut yang telah dilakukan ternyata kami dapat simpulkan adalah bahwa alat kami disarankan untuk pembebanan 40 Watt dan berupa lampu. Pada siang hari alat, kami coba dengan pembebanan 10 Watt dan aki tetap dapat di *charge*. Lalu pada malam hari saat *discharging* aki kami coba untuk lampu 10,5 Watt LED dapat bertahan lebih dari 6 jam. Dengan kesetabilan penurunan tegangan aki pada 2 jam pertama dan 2 jam kedua.

Kata Kunci: Panel Surya, Lampu 40 Watt, *Solar Charge*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

APPLICATION OF SOLAR PANEL FOR LOAD LAMP 40 WATT

Name of Student : David Syaputra Bagus
Number of Registration : 2214039040
Supervisor : Slamet Budiprayitno ST., MT.
ID : 19781113 201012 1 002
Supervisor : Onie Meiyanto, S.Pd
ID : 19850501 201101 1 008

ABSTRACT

Energy use in Indonesia was still an energy derived from fossils. To much to produce a carbon dioxide. There is an carbon dioxide was quite toxic a natural if in large quantities. While there is abundant enough solar energy is not utilized.

In the final project entitled "Solar Panel Applications For 40 Watt Load Lamp" is a solution to replace the energy from PLN into solar panels. As a voltage source for lighting in some places such as roads. In this tool consists of solar panels, solar charge, batteries and inverters.

From the tool that has been done we can conclude that our tool is recommended for loading 40 Watt and in the form of lights. During the day, we try to load 10 Watt and the battery can still be charged. Then at night when discharging our batteries try to light 10.5 Watt LED can last more than 6 hours. With the stability of the battery voltage decrease in the first 2 hours and 2 second hours.

Keywords: *Solar Panel, 40 Watt Lamp, Solar Charge*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobill'alamiin, dengan mengucapkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, yaitu dengan judul :

“APLIKASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU 40 WATT”

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat akademis bagi mahasiswa Diploma III jurusan Teknik Elektro Otomasi, Program Studi Elektro Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Harapan kami sebagai penulis adalah semoga dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami.

Dengan penyusunan Tugas Akhir ini penyusun tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi rahmatNya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
 2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan teladan bagi penulis.
 3. Bapak Slamet Budiprayitno ST., MT. Dan Onie Meiyanto, S.Pd selaku Dosen Pembimbing dan, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
 4. Teman-teman angkatan 2014 atas semangat dan kerjasamanya.
- Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 5 Januari 2017

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
1.6 Relevansi	3
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 <i>Solar Panel</i>	5
2.2 <i>Buckboost Converter</i>	6
2.3 <i>Solar Charger</i>	7
2.4 <i>Inverter</i>	9
2.5 Modul <i>Charger Aki</i>	11
2.6 <i>Aki</i>	12
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	15
3.1 Instalasi <i>Solar Charger</i>	16
3.2 Perancangan Sistem Sebelumnya	19
3.3 Rangkaian Seri Paralel	20
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	21
4.1 Pengujian <i>Buckboost Converter</i>	21
4.2 Pengujian <i>Solar Panel</i>	23
4.3 Pengujian <i>Charging Aki</i>	24
4.4 Pengujian Tegangan Beban	26
4.5 Perbandingan Pengujian <i>Solar Charger</i>	27
4.6 Pengujian Pemakaian Daya dengan LED	28
4.7 Pengujian Pemakaian Daya dengan Bohlam	29

4.8 Pengujian Pemakaian Daya dengan Variasi LED dan Bohlam.....	30
4.9 Pengujian Pemakaian Daya Keseluruhan.....	31
4.10 Pengujian Penurunan Aki.....	32
BAB V PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN 1 <i>DATASHEET</i>.....	A-1
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	B-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Solar Cell</i>	5
Gambar 2.2	MC4.....	6
Gambar 2.3	<i>Buckboots Converter</i>	7
Gambar 2.4	LS2024R.....	8
Gambar 2.5	<i>Inverter</i>	11
Gambar 2.6	Modul <i>Charger</i> Aki	12
Gambar 2.7	Aki	13
Gambar 3.1	Rancangan <i>Solar Charger</i>	15
Gambar 3.2	Skun <i>Single Blade</i>	16
Gambar 3.3	Slot <i>Solar Charger</i>	16
Gambar 3.4	Posisi <i>Indicator Solar Charger</i>	16
Gambar 3.5	Rangkaian Sebelumnya.....	19
Gambar 3.6	Rangkaian Paralel <i>Buckboost Converter</i>	20
Gambar 4.1	Diagram Kerja <i>Buckboost</i>	23
Gambar 4.2	Tegangan <i>Solar Panel</i>	24
Gambar 4.3	Tegangan Aki.....	25
Gambar 4.4	Tegangan Beban	26
Gambar 4.5	Perbandingan <i>Solar Charger</i>	27
Gambar 4.6	Daya LED.....	28
Gambar 4.7	Daya Bohlam.....	29
Gambar 4.8	Daya Bohlam dan LED.....	31
Gambar 4.9	Daya Keseluruhan.....	32
Gambar 4.10	Penurunan Tegangan Aki.....	33

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Technical Specifications</i>	8
Tabel 2.2	<i>Battery Voltage Parameters (temperature at 25°C)</i>	8
Tabel 2.3	Parameter Lingkungan dan Mekanik.....	9
Tabel 3.1	<i>Setting Mode & Timer 1</i>	17
Tabel 3.2	<i>Setting Timer 2</i>	18
Tabel 3.3	<i>Setting Battery Type</i>	18
Tabel 4.1	Hasil Pengujian <i>Buckboost Converter</i>	21
Tabel 4.2	<i>Solar Panel</i>	23
Tabel 4.3	<i>Charging Aki</i>	25
Tabel 4.4	Tegangan Beban.....	26
Tabel 4.5	Perbandingan Pengujian <i>Solar Charger</i>	27
Tabel 4.6	Pengujian Pemakaian Daya dengan LED.....	28
Tabel 4.7	Pengujian Pemakaian Daya dengan Bohlam.....	29
Tabel 4.8	Pengujian Pemakaian Daya dengan Variasi LED dan Bohlam.....	30
Tabel 4.9	Pengujian Pemakaian Daya Keseluruhan.....	32
Tabel 4.10	Pengujian Penurunan Aki.....	33

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era modern perkembangan cukup pesat sehingga mempengaruhi penggunaan energi. Dalam menghasilkan energi sering kali menggunakan pembangkit yang banyak menghasilkan polusi ataupun cara mendapatkannya salah satunya menggunakan energi yang didapat dari bahan bakar fosil yang menghasilkan banyak karbon dioksida dan berpolusi tinggi. Dalam upaya untuk menghemat dan meminimalisir kerusakan yang diakibatkan oleh pembangkit maupun aktivitas manusia lainnya. Maka dapat dipikirkan tentang bagaimana mendistribusikan energi alternatif yang bermanfaat bagi manusia perorangan maupun kelompok. Energi alternatif yang saya pilih adalah energi matahari menggunakan panel surya.

Keuntungan dalam menggunakan energi matahari adalah mudah didapat karena di negara kita adalah negara yang dilwati oleh garis katulistiwa. Sehingga semua wilayah negara Indonesia selalu diterangi matahari sepanjang tahun. Dengan begitu pemanfaatan energi matahari sangat efisien. Pada setiap siang hari maka dapat memanen energi matahari dan menyimpannya untuk digunakan pada malam hari.

Penggunaan matahari dibandingkan dengan energi lain yang dapat dimanfaatkan. Yakni paling mudah diaplikasikan dan minim polusi. Dengan begitu bisa menghemat sumber daya alam yang berasal dari fosil atau sumber yang membutuhkan waktu yang cukup panjang untuk memperbaruinya. Selain itu jika memiliki banyak masalah terhadap penggunaan energi dan harus menanggung mati lampu bergilir di negara.

Dengan penghematan ini dapat dibuat dalam skala kecil, sesuai dengan sifat energi alternatif yang tersebar dan di setiap tempat berbeda-beda besarnya dan bentuknya. Dengan digunakan dalam skala kecil dan dengan teknik distribusi dalam daerah atau perusahaan tertentu dapat menghemat energi dan uang dengan biaya awal yang besar tapi berlangsung terus menerus.

Biaya berkaitan dengan untung rugi menggunakan panel surya dengan menggunakan listrik PLN. Keuntungan memiliki sumber daya yang berkelanjutan adalah dapat suplai energi yang cukup untuk 24 jam nonstop dan tanpa harus menanggung mati listrik. Maka dari itu sangat disarankan untuk beberapa tempat yang membutuhkan suplai energi yang terus menerus tanpa putus. Semisal penerangan yang harus aktif selama 24 jam, lampu jalan yang harus hidup pada malam hari,

serta beberapa peralatan lain yang dibutuhkan untuk daerah-daerah pedalaman. Karena dipedalaman kita sangat butuh sumber daya yang berkelanjutan khususnya untuk di jalan atau beberapa jenis kebutuhan kelistrikan untuk masyarakat disana agar dapat melanjutkan aktifitas malam yang membutuhkan sumber daya. Di beberapa tempat yang tidak terjangkau untuk pemasangan instalasi listrik dapat menggunakan panel surya. Biasanya daerah yang tidak terjangkau berada jauh dari perkotaan dan sedikit penduduk.

1.2. Permasalahan

Melihat latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan antara lain :

1. Penyimpanan daya terbatas hanya maksimal 60% kapasitas aki
2. Pemakaian terhadap daya panen dan simpan dari panel surya dengan keluaran 50 Watt
3. Daya pemakaian yang di sarankan kurang lebih 40 Watt

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari Distribusi Tenaga Listrik adalah :

1. Posisi panel surya
2. Kapasitas daya pada sistem
3. Jenis aki

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Merangkai dan mencari tegangan pada aki saat charging dan discharging.
2. Merancang dan menentukan setting untuk penggunaan solar charge.
3. Merancang dan menentukan beban dan kemampuan pembebanan pada alat.
4. Merangkai dan mencari daya pada beban.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan buku Tugas Akhir ini, pembahasan mengenai sistem alat yang dibuat disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan serta relevansi yang digunakan dalam Tugas Akhir yang dibuat.

BAB II : TEORI PENUNJANG

menjelaskan dasar teori yang berisi tentang konsep yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan serta pembuatan alat yang dibuat.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri atas rangkaian elektronika, desain mekanik serta perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Bab ini membahas tentang pengujian alat dan analisa data yang didapat dalam pengujian alat.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan alat dari Tugas Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya.

1.6. Relevansi

Alat ini diharapkan mampu menyerap energi yang cukup serta dapat menyimpannya. Diharapkan mampu beberapa beban selain lampu beberapa jenis hingga 40 Watt.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

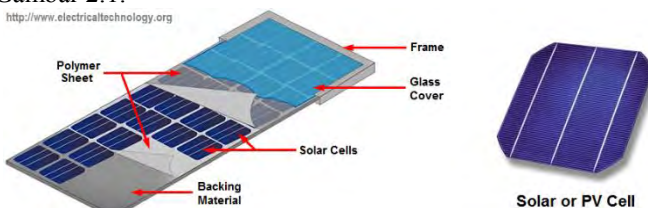
BAB II

TEORI PENUNJANG

Untuk memahami persoalan yang dibahas pada implementasi pengaturan distribusi tenaga listrik, berikut ini perlu dijelaskan konsep teori terkait dengan pengaturan posisi. Uraian teori terdiri dari *Solar panel*, *Buckboost converter*, *Charger Aki*, *Inverter*.

2.1. Solar Panel [1]

Sebuah *PhotoVoltaic* (PV) modul dikemas dan dihubungkan pada sebuah rakitan *PhotoVoltaic* dalam *grid* tertentu. Modul *PhotoVoltaic* merupakan susunan *PhotoVoltaic* dari sistem *PhotoVoltaic* yang menghasilkan dan memasok tenaga surya dalam aplikasi komersial dan residensial. Setiap modul memiliki nilai daya dalam bentuk keluaran tegangan DC di bawah kondisi uji standar (STC), dan biasanya berkisar antara 100 sampai 365 Watt. Efisiensi dari modul menentukan area modul saat diberikan nilai *output* yang sama, jika memiliki efisiensi pada keluaran 230 W sebesar 8% akan panel tersebut memiliki dua kali luas dari sebuah panel yang memiliki efisiensi modul dengan keluaran yang sama dengan efisiensi sebesar 16%. Ada beberapa modul panel surya yang tersedia secara dipasaran yang melebihi efisiensi 22% dan dilaporkan juga ada yang melebihi 24%. Satu modul sel surya tunggal hanya bisa menghasilkan tenaga dalam jumlah terbatas. Kebanyakan instalasi dalam panel surya terdiri atas banyak modul. Sistem *PhotoVoltaic* biasanya mencakup serangkaian modul *PhotoVoltaic*, *inverter*, paket baterai untuk penyimpanan, kabel interkoneksi, dan mekanisme pelacak matahari opsional. Gambar solar sel dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Solar Cell

Modul *PhotoVoltaic* menggunakan energi cahaya (*foton*) dari Matahari untuk menghasilkan listrik melalui efek *PhotoVoltaic*. Mayoritas modul menggunakan sel silikon kristal berbasis wafer atau sel film tipis. Bagian modul (*load carrying*) struktural bisa menjadi lapisan atas atau lapisan belakang. Sel juga harus dilindungi dari kerusakan

mekanis dan kelembaban. Sebagian besar modulnya kaku. Tapi ada yang semi fleksibel yang dibentuk dari kumpulan sel film tipis. Sel-sel harus dihubungkan secara elektrik dan secara seri satu sama lain. Pada bagian eksterna modul *PhotoVoltaic* menggunakan tipe konektor MC4 untuk memudahkan koneksi yang tidak mudah terganggu oleh cuaca dan mudah di salurkan ke seluruh sistem. Gambar *Connector MC4* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Connector MC4*

Modul sambungan listrik dibuat secara seri untuk mencapai tegangan keluaran yang diinginkan atau secara *parallel* untuk memberikan kemampuan arus yang diinginkan. Kabel pengatur yang mengambil arus dari modul mungkin mengandung logam transisi tembaga, tembaga atau logam transisi konduktif non-magnetik lainnya. *Bypass diodes* dapat digabungkan atau digunakan secara eksternal, dalam kasus sebuah modul parsial, untuk memaksimalkan keluaran bagian modul yang masih menyala. Beberapa modul PV surya khusus mencakup konsentrator di mana cahaya difokuskan oleh lensa atau cermin ke sel yang lebih kecil. Hal ini memungkinkan penggunaan sel dengan biaya per satuan luas (seperti *gallium arsenide*) dengan biaya yang efektif. Pada panel surya yang memiliki daya 50 watt yang ada di pasaran memiliki *output* tegangan sekitar 17.6 *Volt*, 2.84 *amphere*.

2.2. Buckboost Converter [2]

Buck-boost converter adalah jenis *DC-to-DC converter* yang memiliki tegangan besarnya *output* yang baik lebih besar dari atau kurang dari besarnya tegangan *input*. Dua topologi berbeda disebut *buckboost converter*. Keduanya bisa menghasilkan kisaran tegangan *output* mulai dari yang jauh lebih besar (dalam besaran *absolut*) dibanding tegangan *input*, hingga hampir nol.

Tegangan *output* berlawanan dengan polaritasnya dari pada *input*. Ini adalah catu daya *mode switched* dengan topologi rangkaian serupa dengan *boost converter* dan *buck converter*. Tegangan *output* dapat

disesuaikan berdasarkan siklus pengalihan transistor. Salah satu kelemahan yang mungkin dari konverter ini adalah bahwa sakelar tidak memiliki terminal di *ground*; Ini mempersulit sirkuit penggerak. Namun, kekurangan ini tidak ada konsekuensinya jika catu daya diisolasi dari sirkuit beban (jika, misalnya, suplai adalah baterai) karena polaritas penawaran dan dioda hanya dapat dibalik. Bila bisa dibalik, sakelar bisa berada di sisi *ground* atau sisi suplai.

Sebuah *buck (step-down) converter* dikombinasikan dengan *boosts (step-up) converter*. Tegangan *output* biasanya memiliki polaritas masukan yang sama, dan bisa lebih rendah atau lebih tinggi dari pada *input*. Seperti non-pembalikan buck-boost *converter* dapat menggunakan induktor tunggal yang digunakan untuk kedua modus induktor dan modus *boost* induktor, menggunakan *switch* bukan dioda, kadang-kadang disebut "*four switch buck-boost converter*", mungkin menggunakan beberapa induktor tapi hanya satu saklar seperti pada topologi SEPIC contoh dari *buckboost converter* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Buckboost Converter

2.3. Solar Charger [3]

LandStar Series solar charger controller mengadopsi teknik digital terkini dan pengoperasian penuh otomatis. Alat ini menggunakan PWM untuk mengisi daya baterai dengan kenaikan pengisian yang baik untuk *lifetime* baterai. Pengaplikasian alat ini digunakan untuk *charge* dari *solar grid* atau panel surya ke baterai dan lampu. Terdapat proteksi elektronik yang melingkupi *over charging*, *over discharging*, *overload*, *short circuit* dan *overheating*. Parameter dan spesifikasi *solar charger* dapat dilihat pada Tabel 2.1 hingga 2.3. Contoh *solar charger* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Solar Charger

Tabel 2.1 *Technical Specifications*

<i>Electrical parameters</i>	LS2024R
<i>Nominal system Voltage</i>	12 / 24VDC auto work
<i>Rated battery current</i>	20A
<i>Max. battery Voltage</i>	32V
<i>Charge circuit Voltage drop</i>	$\leq 0.26V$
<i>Discharge circuit Voltage drop</i>	$\leq 0.15V$
<i>Self-consumption</i>	$\leq 6mA$

Tabel 2.2 *Battery Voltage Parameters (temperature at 25°C)*

BATTERY CHARGING SETTING	GEL	SEALED	FLOODED
<i>Equalize charging Voltage</i>	—	14.6V;x2/24V	14.8V;x2/24V
<i>Boost charging Voltage</i>	14.2V;x2/24V	14.4V;x2/24V	14.6V;x2/24V
<i>Float charging Voltage</i>	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V
<i>Low Voltage reconnect Voltage</i>	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V

BATTERY CHARGING SETTING	GEL	SEALED	FLOODED
Low Voltage disconnect Voltage	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V
Equalize duration	—	2 hours	2 hours
Boost duration	2 hours	2 hours	2 hours

Tabel 2.3 Parameter Lingkungan dan Mekanik

ENVIRONMENTAL PARAMETERS		MECHANICAL PARAMETERS LS2024R	
Working temperature	-35°C to +55°C	Overall dimension	144x 75x 45mm
Storage temperature	-35°C to +80°C	Mounting dimension	135 x 55mm
Humidity	10%-90% NC	Terminal	10mm ²
Enclosure	IP30	Net weight	0.25kg

2.4. Inverter[4]

Sebuah *power inverter*, atau *inverter*, adalah perangkat elektronik atau sirkuit yang mengubah arus searah (DC) ke *alternating current* (AC). Tegangan masukan, tegangan *output* dan frekuensi, dan penanganan daya keseluruhan bergantung pada disain perangkat atau sirkuit tertentu. *Inverter* tidak menghasilkan daya apapun daya disediakan oleh sumber DC. *Inverter* daya dapat seluruhnya elektronik atau mungkin merupakan kombinasi dari efek mekanis (seperti alat putar) dan sirkuit elektronik. *Inverter* statis tidak menggunakan bagian yang bergerak dalam proses konversi.

Inverter dapat menghasilkan gelombang persegi, gelombang sinus yang dimodifikasi, gelombang sinus murni, gelombang modulasi lebar pulsa (PWM) atau gelombang sinus tergantung pada desain rangkaian. Dua jenis gelombang inversi komersial yang dikomersialisasikan pada tahun 2007 adalah gelombang sinus dan gelombang sinus yang dimodifikasi.

Ada dua desain dasar untuk menghasilkan tegangan *plug-in* rumah tangga dari sumber DC tegangan rendah, yang pertama menggunakan konverter penguat perpindahan untuk menghasilkan tegangan tinggi DC dan kemudian beralih ke AC. Metode kedua mengubah DC menjadi AC pada tingkat baterai dan menggunakan transformator frekuensi-garis untuk menciptakan tegangan keluaran.

Pada perangkat yang kami gunakan adalah gelombang sinus modifikasi. Gelombang yang terlihat seperti kumpulan persegi yang dibangun membentuk seperti gelombang sinus. Gelombang yang di hasilkan pada *inverter* ini seperti bentuk sinus modifikasi 5 tingkat.

Ada banyak topologi rangkaian kekuatan dan strategi kontrol yang digunakan dalam desain *inverter*. Pendekatan desain yang berbeda membahas berbagai masalah yang mungkin kurang lebih penting tergantung pada cara *inverter* dimaksudkan untuk digunakan.

Isu kualitas bentuk gelombang bisa diatasi dengan berbagai cara. Kapasitor dan induktor dapat digunakan untuk menyaring bentuk gelombang. Jika disain termasuk transformator, penyaringan dapat diterapkan pada sisi primer atau sekunder transformator atau kedua sisi. Filter *low-pass* diterapkan untuk memungkinkan komponen fundamental bentuk gelombang melintas ke *output* sambil membatasi bagian komponen harmonik. Jika *inverter* dirancang untuk memberi tenaga pada frekuensi tetap, filter resonan dapat digunakan. Untuk *inverter* frekuensi yang dapat disesuaikan, filter harus disetel ke frekuensi yang berada di atas frekuensi dasar maksimum.

Karena sebagian besar beban mengandung induktansi, penyearah umpan balik atau dioda antiparalel sering dihubungkan di setiap saklar semikonduktor untuk menyediakan jalur arus beban induktif puncak saat saklar dimatikan. Dioda antiparalel agak mirip dengan dioda *freewheeling* yang digunakan pada konverter AC / DC.

Analisis *Fourier* menunjukkan bahwa bentuk gelombang, seperti gelombang persegi, yaitu anti-simetris tentang titik 180 derajat hanya berisi harmonisa ganjil, bentuk gelombang ke-3, ke-5, ke 7, dll yang memiliki langkah-langkah lebar dan ketinggian tertentu dapat menipiskan harmonisa rendah tertentu. dengan mengorbankan penguatan harmonisa yang lebih tinggi. Misalnya, dengan memasukkan titik nol tegangan antara bagian positif dan negatif dari gelombang persegi, semua harmonisa yang dapat dibagi oleh tiga (3 dan 9, dll.) Dapat dihilangkan. Yang mengalami perubahan hanya ke-5, ke-7, 11, 13, dll. Lebar langkah yang dibutuhkan adalah sepertiga dari periode untuk setiap langkah positif dan negatif dan seperenam periode untuk masing-masing langkah Voltase nol.

Mengubah gelombang kuadrat seperti yang dijelaskan di atas adalah contoh modulasi lebar-lebar (PWM). Modulasi, atau mengatur lebar pulsa gelombang persegi sering digunakan sebagai metode untuk mengatur atau menyesuaikan Voltase keluaran *inverter*. Bila kontrol Voltase tidak diperlukan, lebar pulsa tetap dapat dipilih untuk mengurangi atau menghilangkan harmonisa yang dipilih. Teknik eliminasi harmonis umumnya diterapkan pada harmonisa terendah karena penyaringan jauh lebih praktis pada frekuensi tinggi, dimana komponen filternya bisa jauh lebih kecil dan lebih murah. *Multiple pulse-width* atau *carrier based PWM control scheme* menghasilkan bentuk gelombang yang terdiri dari banyak pulsa sempit. Frekuensi yang ditunjukkan oleh jumlah pulsa sempit per detik disebut frekuensi switching atau frekuensi pembawa. Skema kontrol ini sering digunakan pada *inverter* pengendali motor frekuensi variabel karena memungkinkan rentang tegangan *output* dan penyesuaian frekuensi yang besar sekaligus juga memperbaiki kualitas bentuk gelombang.

Multilevel inverter memberikan pendekatan lain untuk pembatalan harmonis. *Inverter* bertingkat menyediakan bentuk gelombang *output* yang menunjukkan beberapa langkah pada beberapa level tegangan. Sebagai contoh, adalah mungkin untuk menghasilkan gelombang sinusoidal yang lebih banyak dengan memiliki masukan arus arus pemisah arus balik pada dua Voltase, atau masukan positif dan negatif dengan ground ground. Dengan menghubungkan terminal *output inverter* secara berurutan antara rel dan ground positif, rel positif dan rel negatif, rel tanah dan rel negatif, lalu ke rel tanah, bentuk gelombang melangkah dihasilkan pada keluaran *inverter*. Ini adalah contoh *inverter* tiga tingkat dua Voltase dan *ground*. Salah satu *inverter* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Inverter*

2.5. Modul Charger Aki[5]

Dalam elektronik, *cut-off* adalah keadaan konduksi yang diabaikan yang merupakan properti dari beberapa jenis komponen elektronik saat parameter kontrol (yang biasanya merupakan Voltase arus atau arus listrik yang terdefinisi dengan baik, namun bisa juga berupa intensitas cahaya atau magnetis lapangan), diturunkan atau ditingkatkan melewati

nilai (ambang konduksi). Transisi dari konduksi normal ke *cut-off* bisa lebih atau kurang, tergantung pada jenis perangkat yang dipertimbangkan, dan juga kecepatan transisi ini sangat bervariasi.

Cut off pada alat ini bertujuan agar charging tidak terlalu berlebihan atau bisa tepat dan aki tidak mengalami *overcharging*. Tegangan biasanya di lengkapi dengan pembatas arus juga. Tegangan reverensi di sarankan lebih tinggi sedikit (untuk aki biasanya di beri 14 – 15,5 Volt atau di atas 13,8 Volt) untuk mempercepat charging. Biasanya tidak lebih tinggi dari 15,5 Volt untuk aki 12 Volt. Charger aki dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Modul *Charger* Aki

2.6. Aki[6]

Sebuah baterai isi ulang, baterai penyimpanan, sel sekunder, atau akumulator adalah jenis baterai listrik yang dapat diisi, dipakai ke beban, dan diisi ulang berkali-kali, sebagai lawan dari sekali pakai atau baterai primer, yang disediakan terisi penuh dan dibuang setelah menggunakan. Ini terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia. Istilah "akumulator" digunakan karena mengakumulasi dan menyimpan energi melalui reaksi elektrokimia *reversibel*. Baterai isi ulang diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari sel kancing sistem megawatt terhubung ke menstabilkan sebuah jaringan distribusi listrik. Beberapa kombinasi bahan elektroda dan elektrolit yang berbeda digunakan, termasuk asam timbal, nikel-kadmium (NiCd), logam nikel-logam hidrida (NiMH), lithium-ion (Li-ion), dan polimer lithium-ion (polimer Li-ion).

Baterai isi ulang biasanya pada awalnya harganya lebih mahal daripada baterai sekali pakai, namun memiliki biaya kepemilikan dan dampak lingkungan yang jauh lebih rendah, karena harganya dapat diisi ulang berkali-kali sebelum mereka harus mengganti. Beberapa jenis baterai isi ulang tersedia dalam ukuran dan Voltase yang sama seperti jenis pakai, dan dapat digunakan secara bergantian dengan keduanya.

Perangkat yang menggunakan baterai isi ulang meliputi starter mobil, perangkat konsumen portabel, kendaraan ringan (seperti kursi

roda bermotor, kereta golf, sepeda listrik, dan forklift listrik), peralatan, pasokan listrik yang tidak pernah terputus, dan stasiun pengisian daya baterai. Aplikasi yang muncul dalam baterai pembakaran internal hibrida dan kendaraan listrik mendorong teknologi untuk mengurangi biaya, berat, dan ukuran, dan meningkatkan masa pakai baterai.

Stasiun pengisian daya baterai menggunakan baterai isi ulang untuk penyetelan beban (menyimpan energi listrik pada saat permintaan rendah untuk digunakan selama periode puncak) dan untuk penggunaan energi terbarukan (seperti daya penyimpanan yang dihasilkan dari susunan *PhotoVoltaic* di siang hari untuk digunakan pada malam hari). *Load-leveling* mengurangi daya maksimum yang harus dihasilkan pabrik, mengurangi biaya modal dan kebutuhan memuncak terhadap beban dengan pembangkit listrik. aki dapat dilihat pada Gambar 2.7.



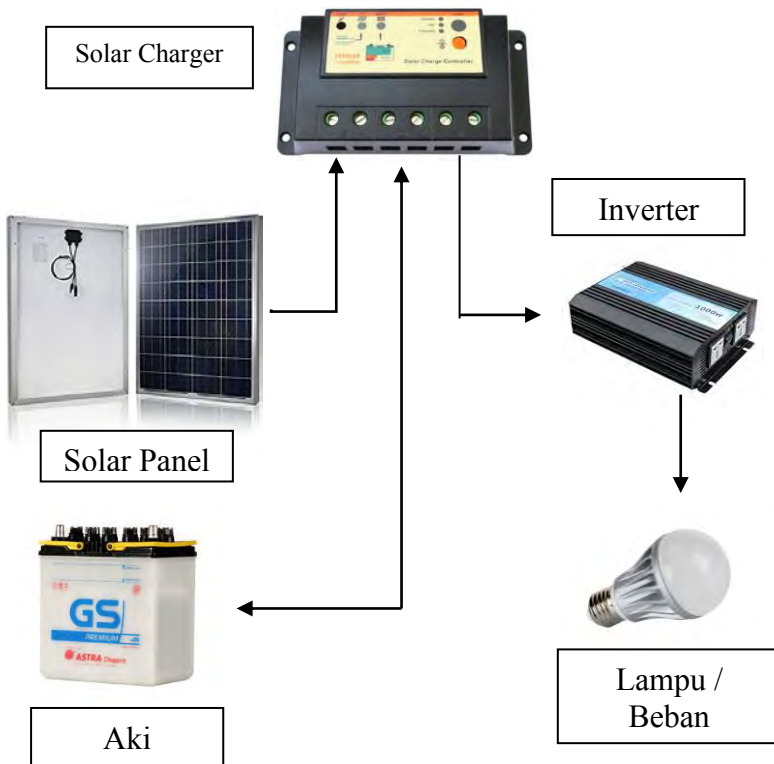
Gambar 2.7 Aki

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Pada bab ini berisi bagaimana tahapan yang dilakukan dalam perencanaan dan pembuatan Tugas Akhir. Penjelasan diawali dengan penjelasan blok fungsional sistem secara keseluruhan, kemudian perancangan perangkat keras dan diakhiri dengan perangkat lunak. Adapun perancangan perangkat keras dilakukan pada perancangan mekanik dan elektronik. Secara keseluruhan rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.1 seperti berikut :



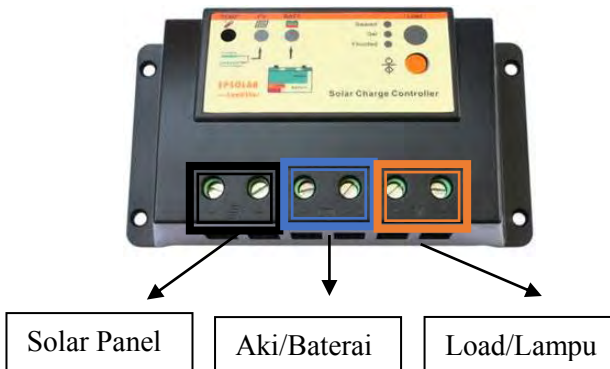
Gambar 3.1 Rancangan *Solar Charger*

3.1. Instalasi *Solar Charger*

Pada instalasi *solar charger* ini menggunakan kabel serta MC4 dengan dengan kabel yang salah satu ujungnya di beri skun. Di tempelkan pada setiap terminal yang dibutuhkan. Terdapat 6 terminal, 2 terminal untuk *solar panel*, 2 terminal untuk aki/baterai, 2 terminal untuk *load* atau lampu. Gambar skun dan *solar charger* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3.

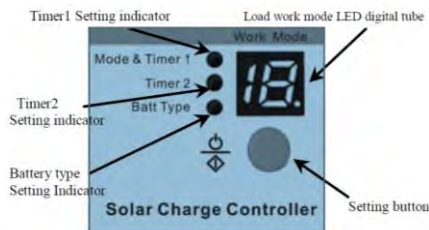


Gambar 3.2 Skun *Single Blade*



Gambar 3.3 Slot *Solar Charger*

Setting solar charger mengikuti kebutuhan dengan beberapa pilihan *setting* pemrograman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Posisi Indicator *Solar Charger*

Untuk *setting* dengan cara menekan tombol *setting* button. Tekan tombol ≤ 1 detik maka yang bergerak adalah lampu pada posisi *timer 1 setting indicator*, *timer 2 setting indicator*, *battery type setting Indicator*. Dengan menekan tombol selama 5 detik maka sistem akan mengontrol perubahan *setting* pada tiap-tiap *setting*. Ada 3 *setting* yakni *setting timer 1*, *timer 2*, dan tipe baterai. Pertama kita *setting* pada *Mode & Timer 1* dengan melihat Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Setting Mode dan Timer 1*

LOAD WORK MODE TABLE 4-5 TIMER1	LED DIGITAL NO.
<i>Disable</i>	<i>n</i>
<i>Dusk to Dawn, Load will be on all night</i>	<i>0</i>
<i>Load will be on for 1 hour after ten minutes delay since sunset</i>	<i>1</i>
<i>Load will be on for 2 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>2</i>
<i>Load will be on for 3 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>3</i>
<i>Load will be on for 4 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>4</i>
<i>Load will be on for 5 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>5</i>
<i>Load will be on for 6 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>6</i>
<i>Load will be on for 7 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>7</i>
<i>Load will be on for 8 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>8</i>
<i>Load will be on for 9 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>9</i>
<i>Load will be on for 10 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>10</i>
<i>Load will be on for 11 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>11</i>
<i>Load will be on for 12 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>12</i>
<i>Load will be on for 13hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>13</i>
<i>Load will be on for 14 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>14</i>
<i>Load will be on for 15 hours after ten minutes delay since sunset</i>	<i>15</i>
<i>Test mode</i>	<i>16</i>

LOAD WORK MODE TABLE 4-5 TIMER1	LED DIGITAL NO.
<i>ON/OFF mode</i>	17

Pada *setting* demikian maka kita pilih pada mode ON/OFF mode. *Setting* ini membuat *timer 2* tidak aktif. Dan untuk pengondisian *timer 2* tidak diperlukan karena kita hanya membutuhkan daya on setiap saat. Save atau simpan dengan menekan tombol selama 5 detik.

Jika di perlukan maka kita bisa mengatur *timer 2* dengan melihat Tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Setting Timer 2*

MODE TABLE 4-6 TIMER2	LED DIGITAL NO.
<i>Disable</i>	n
<i>Load will be on for 1 hour before sunrise</i>	1
<i>Load will be on for 2 hours before sunrise</i>	2
<i>Load will be on for 3 hours before sunrise</i>	3
<i>Load will be on for 4 hours before sunrise</i>	4
<i>Load will be on for 5 hours before sunrise</i>	5
<i>Load will be on for 6 hours before sunrise</i>	6
<i>Load will be on for 7 hours before sunrise</i>	7
<i>Load will be on for 8 hours before sunrise</i>	8
<i>Load will be on for 9 hours before sunrise</i>	9
<i>Load will be on for 10 hours before sunrise</i>	10
<i>Load will be on for 11 hours before sunrise</i>	11
<i>Load will be on for 12 hours before sunrise</i>	12
<i>Load will be on for 13 hours before sunrise</i>	13
<i>Load will be on for 14 hours before sunrise</i>	14
<i>Load will be on for 15 hours before sunrise</i>	15

Ada beberapa hal yang membuat *timer 2* tidak aktif ketika kita memilih *setting* pada *timer 1* yakni *setting* kode 0, 16 dan 17.

Lalu kita berlanjut pada *setting* tipe baterai. Kita memiliki sebuah aki basah maka kita melihat Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 *Setting Battery Type*

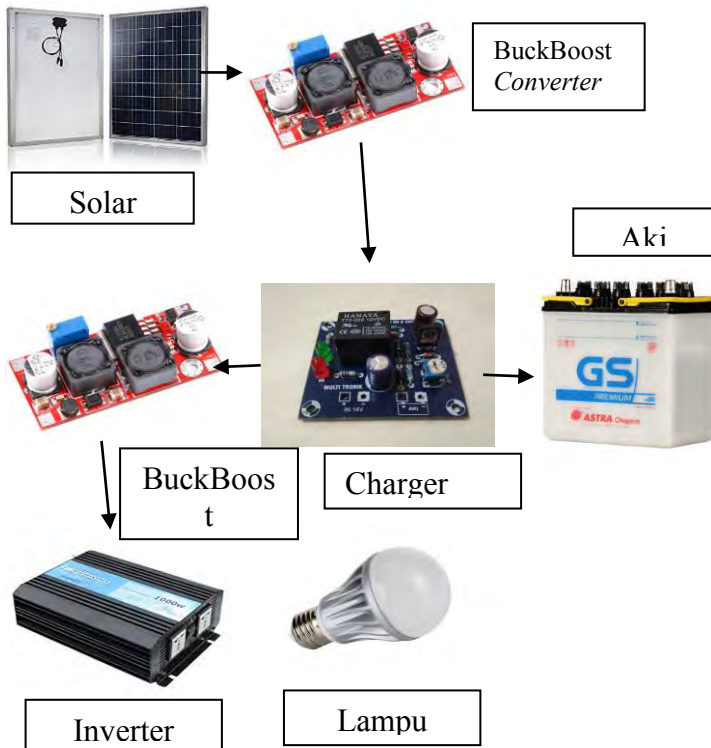
BATTERY TYPE	DIGITAL TUBE DISPLAY
<i>Sealed lead acid battery</i>	1
<i>Gel battery</i>	2
<i>Flooded battery</i>	2

Dengan demikian kita nantinya mensetting tipe baterai pada *solar charger* pada *display 3*. Karena tipe aki kita adalah *flooded battery*. Dengan instalasi demikian maka sistem akan berjalan sesuai dengan *setting*. Sistem di desain agar mempertahankan daya terus menerus dari

solar panel maupun daya yang di ambil dari aki. Sehingga beban terus mendapat sumber energi listrik. Dalam alat ini digunakan sistem PWM untuk pembagi dan pengecasan aki. Sehingga aki tidak mudah rusak. Sistem ini bekerja dengan mengendalikan *duty cycle* dalam mengatur tegangan *charge discharge*.

3.2. Perancangan Sistem Sebelumnya

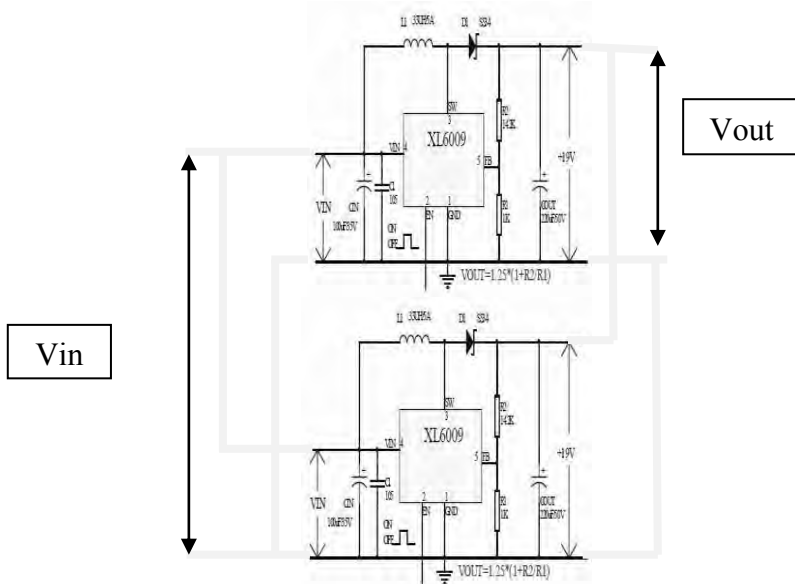
Pada rangkaian sebelumnya menggunakan *buckboost converter* untuk meregulasi tegangan. Tegangan setiap posisi diregulasi sesuai kebutuhan. Akan tetapi teknik ini memerlukan beberapa tambahan modul. Dan karakteristik modul yang kurang baik membuat rangkaian ini kurang baik digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Dimulai dari keterbatasan arus yang di dihasilkan oleh *buckboost* hingga lama pengisian aki dan pembebanan. Gambar rangkaian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian Sebelumnya

3.3. Perangkaian Seri-Parallel

Pada rangkaian sebelumnya di desain untuk penggandaan modul khususnya untuk modul *buckboost converter*. Keterbatasan yang sangat kecil memaksa penggandaan item untuk memenuhi spesifikasi minimum dari pembebanan ditambah pengecasan aki. Penggandaan di lakukan dengan menambah modul dengan posisi *parallel* pada posisi modul sebelumnya Dengan memaralel rangkaian maka kita bisa meningkatkan spesifikasi *output* hingga 200% dari sebelumnya sehingga ada peningkatan ambang batas dari 3A out menjadi 6A out. Sehingga dapat memenuhi standart minimum pengecasan dan pembebanan. Tetapi ini masih kurang untuk memenuhi standar yang cukup untuk kesetabilan sehingga di gunakan lah *solar charger*. Gambar rangkaian *parallel* buckboost dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian *Parallel Buckboost Converter*

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah tercapai atau belum, maka perlu dilakukannya sebuah pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Dan sebagai acuan yang tidak terpisahkan adalah adanya proses evaluasi sehingga akan dapat dilakukan langkah-langkah positif guna membawa alat ini kearah yang lebih baik.

4.1 Pengujian *Buckboost Converter*

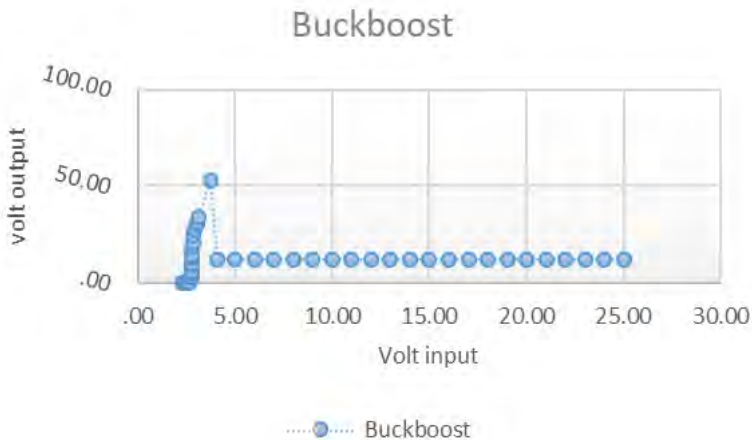
Pengujian *buckboost converter* dengan mengujikan tegangan masuk dengan tegangan keluar, sehingga mendapat tegangan yang dibutuhkan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Buckboost Converter*

TEGANGAN <i>INPUT</i> (VOLT)	TEGANGAN <i>OUTPUT</i> (VOLT)
2,250	0,002
2,380	0,001
2,410	0,002
2,540	0,002
2,600	0,001
2,700	3,000
2,720	3,000
2,740	3,200
2,742	5,000
2,744	5,440
2,745	5,800
2,753	9,200
2,760	10,140
2,770	12,800
2,772	13,810
2,774	14,340
2,792	18,800

TEGANGAN <i>INPUT</i> (VOLT)	TEGANGAN <i>OUTPUT</i> (VOLT)
2,812	20,800
2,850	24,780
2,926	27,620
3,006	30,900
3,007	31,200
3,078	34,200
3,760	53,400
4,040	12,550
5,000	12,550
6,000	12,550
7,000	12,550
8,000	12,550
9,000	12,550
10,000	12,550
11,000	12,550
12,000	12,550
13,000	12,550
14,000	12,550
15,000	12,550
16,000	12,550
17,000	12,550
18,000	12,550
19,000	12,550
20,000	12,550
21,000	12,550
22,000	12,550
23,000	12,550
24,000	12,550
25,000	12,550

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.1 kita dapat menilai bahwa tegangan kerja stabil pada 4 Volt. Sehingga minimal untuk mendapatkan kinerja yang baik kita harus memasukkan tegangan minimal 4 Volt.



Gambar 4.1 Diagram Kerja *Buckboost*

Dilihat dari Gambar 4.1 tersebut kita dapat menyatakan bahwa *buckboost* mengalami pembentukan tingkat stabil pada tegangan 4 Volt. Tegangan referensi sebelumnya mengalami lonjakan kurva.

4.2 Pengujian *Solar Panel*

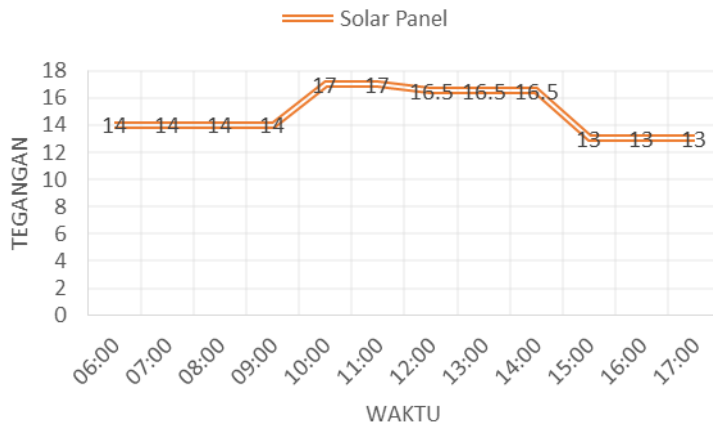
Pengujian kerja *solar panel* dapat di lakukan dengan menghubungkan *solar panel* ke *solar charger* dan menghubungkan *solar charge* ke aki dan beban (beban disini kurang lebih 10 Watt).

Tabel 4.2 *Solar Panel*

WAKTU	SOLAR PANEL (VOLT)	KONDISI
06:00	14	Cerah
07:00	14	Cerah
08:00	14	Cerah
09:00	14	Cerah
10:00	17	Cerah
11:00	17	Cerah
12:00	16,5	Berawan
13:00	16,5	Berawan

WAKTU	SOLAR PANEL (VOLT)	KONDISI
14:00	16,5	Berawan
15:00	13	Berawan
16:00	13	Berawan
17:00	13	Berawan

Dilihat dari kinerja *solar panel* pada Tabel 4.2, *solar panel* mengalami *drop* tegangan pada saat kondisi berawan dan di pagi dan di sore hari. *Drop* tegangan ini di akibatkan energi yang masuk kurang cukup untuk mempertahankan tegangan pada *output solar panel*. Sehingga kita bisa melihat kondisi tersebut di saat saat tertentu.



Gambar 4.2 Tegangan Solar Panel

Dilihat dari Gambar 4.2 tersebut kita dapat menyimpulkan bahwa energi terbesar pada jam 10:00 hingga jam 14:00. Setelah itu tegangan mengalami *drop* kembali pada jam 15:00. Hal ini berkaitan dengan efisiensi cahaya yang masuk dan *tracking* sudut matahari.

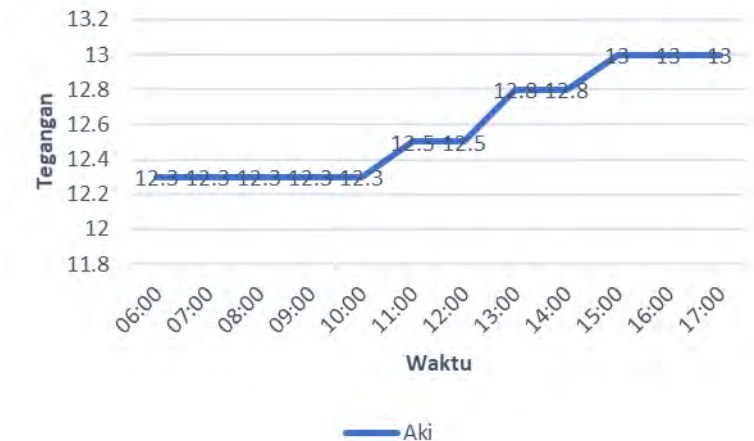
4.3 Pengujian Charging Aki

Pada pengujian charging aki ini aki di sambungkan dengan *solar charger* dengan kondisi *solar charger* tersambung dengan panel surya dan beban (kami memilih beban 10 Watt).

Tabel 4.3 Charging Aki

<i>WAKTU</i>	<i>AKI (VOLT)</i>	<i>KONDISI</i>
06:00	12,3	Cerah
07:00	12,3	Cerah
08:00	12,3	Cerah
09:00	12,3	Cerah
10:00	12,3	Cerah
11:00	12,5	Cerah
12:00	12,5	Berawan
13:00	12,8	Berawan
14:00	12,8	Berawan
15:00	13	Berawan
16:00	13	Berawan
17:00	13	Berawan

Dengan kondisi pada Tabel 4.3 maka kita dapat melihat bahwa aki mengalami peningkatan tegangan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aki telah mendapat kondisi *charging*. Disaat cerah maupun berawan.



Gambar 4.3 Tegangan Aki

Pada kondisi pada Gambar 4.3 dapat kita simpulkan bahwa aki mengalami peningkatan setiap jam nya. Pada jam 12:00 – 13:00 aki

mengalami peningkatan charging paling tinggi. Dan pada jam 16.00-17.00 aki berhenti melakukan *charging*.

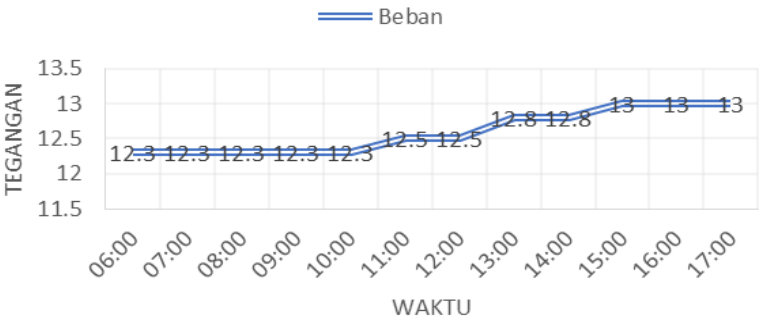
4.4 Pengujian Tegangan Beban

Pada pengujian tegangan Beban kita melakukannya dengan menghubungkan beban (kami mengambil beban 10 Watt) ke *solar charger* yang sebelumnya telah terpasang panel surya dan aki.

Tabel 4.4 Tegangan Beban

WAKTU	BEBAN (VOLT)	KONDISI
06:00	12,3	Cerah
07:00	12,3	Cerah
08:00	12,3	Cerah
09:00	12,3	Cerah
10:00	12,3	Cerah
11:00	12,5	Cerah
12:00	12,5	Berawan
13:00	12,8	Berawan
14:00	12,8	Berawan
15:00	13	Berawan
16:00	13	Berawan
17:00	13	Berawan

Dilihat dari Tabel 4.4 tersebut beban mengalami kenaikan tegangan di saat cerah maupun berawan.



Gambar 4.4 Tegangan Beban

Pada Gambar 4.4 tersebut kita dapat melihat bahwa tegangan beban mengalami kenaikan dari waktu ke waktu. Kenaikan di mulai pada jam 10:00 hingga jam 15:00.

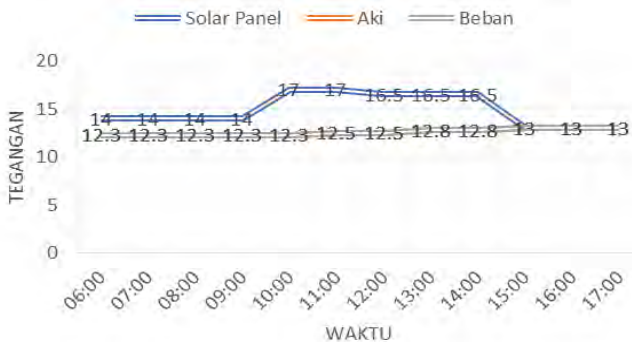
4.5 Perbandingan Pengujian Solar Charger

Pada perbandingan pengujian *solar charger* kita melihat perbedaan dan peningkatan tegangan dari waktu ke waktu pada tegangan *solar panel*, aki dan beban.

Tabel 4.5 Perbandingan Pengujian Solar Charger

WAKTU	SOLAR PANEL (VOLT)	ACCU (VOLT)	BEBAN (VOLT)	KONDISI
06:00	14	12,3	12,3	Cerah
07:00	14	12,3	12,3	Cerah
08:00	14	12,3	12,3	Cerah
09:00	14	12,3	12,3	Cerah
10:00	17	12,3	12,3	Cerah
11:00	17	12,5	12,5	Cerah
12:00	16,5	12,5	12,5	Berawan
13:00	16,5	12,8	12,8	Berawan
14:00	16,5	12,8	12,8	Berawan
15:00	13	13	13	Berawan
16:00	13	13	13	Berawan
17:00	13	13	13	Berawan

Dilihat dari Tabel 4.5 tersebut tegangan aki dan beban memiliki kesamaan tegangan dari waktu ke waktu.



Gambar 4.5 Perbandingan Solar Charger

Dilihat pada Gambar 4.5 tersebut kenaikan tegangan *solar panel* mempengaruhi peningkatan charging pada aki. Sehingga aki sangat efektif mengalami charging pada jam 10:00 hingga jam 14:00. Lonjakan tegangan aki mengalami maksimal pada jam 15:00 bersamaan dengan tegangan *solar panel*. Kenaikan tegangan aki mempengaruhi kenaikan tegangan beban sehingga dapat disimpulkan aki dengan beban memiliki kesamaan tegangan saat naik maupun turun.

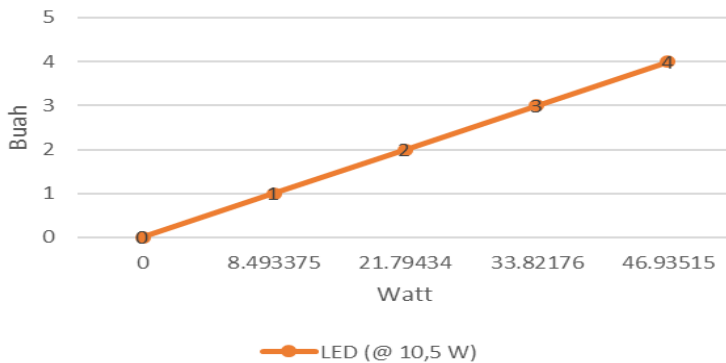
4.6 Pengujian Pemakaian Daya dengan LED

Pada data pemakaian daya yang menggunakan LED daya di dapatkan melalui keluaran *inverter*.

Tabel 4.6 Pengujian Pemakaian Daya dengan LED

LED (@ 10,5 WATT)	BOHLAM (@ 5 WATT)	VOLT	MILIAMPHERE	WATT
0	0	231,2	0	0
1	0	234,3	36,25	8,4933 75
2	0	234,6	92,9	21,794 34
3	0	235,2	143,8	33,821 76
4	0	235,5	199,3	46,935 15

Dari Tabel 4.6 tersebut terdapat peningkatan daya pakai untuk LED pada setiap jumlahnya.



Gambar 4.6 Daya LED

Dilihat dari Gambar 4.6 tersebut daya pemakaian LED konstan sesuai dengan jumlah yang di pakai.

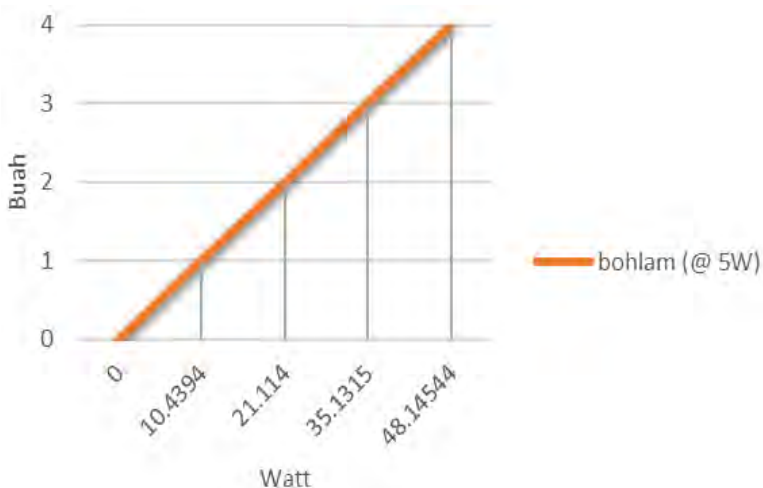
4.7 Pengujian Pemakaian Daya dengan Bohlam

Pada data pemakaian daya yang menggunakan Bohlam daya di dapatkan melalui keluaran *inverter*.

Tabel 4.7 Pengujian Pemakaian Daya dengan Bohlam

BOHLAM (@ 5 WATT)	VOLT	MILIAMPHERE	WATT
0	231,2	0	0
1	205,5	50,8	10,4394
2	207	102	21,114
3	211	166,5	35,1315
4	213,6	225,4	48,14544

Dari Tabel 4.7 tersebut terdapat peningkatan daya pakai untuk Bohlam pada setiap jumlahnya.



Gambar 4.7 Daya Bohlam

Dilihat dari Gambar 4.7 tersebut daya pemakaian LED konstan sesuai dengan jumlah yang di pakai.

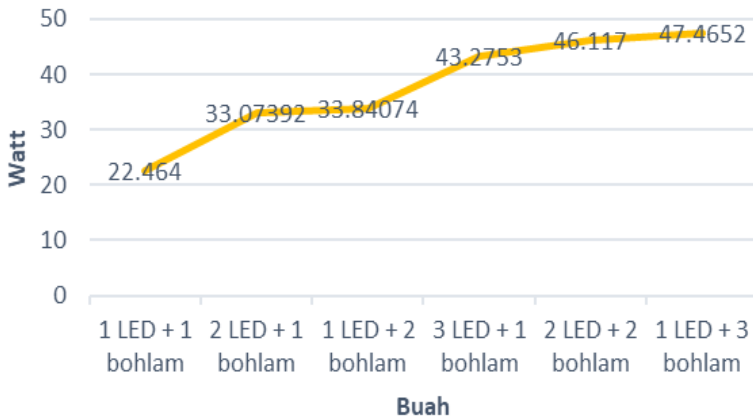
4.8 Pengujian Pemakaian Daya dengan Variasi LED dan Bohlam

Pada data pemakaian daya yang menggunakan LED dan Bohlam daya di dapatkan melalui keluaran *inverter*.

Tabel 4.8 Pengujian Pemakaian Daya dengan Variasi LED dan Bohlam

LED (@ 10,5 WATT)	BOHLA M (@ 5 WATT)	VOLT	MILIAMPHERE	WATT
0	0	231,2	0	0
1	1	208	108	22,464
2	1	211,2	156,6	33,0739 2
1	2	209,8	161,3	33,8407 4
3	1	215,3	201	43,2753
2	2	214	215,5	46,117
1	3	214	221,8	47,4652

Dari Tabel 4.8 Tersebut terdapat peningkatan daya pakai untuk Bohlam pada setiap jumlahnya.



— LED (@ 10,5W) + bohlam (@ 5W)

Gambar 4.8 Daya Bohlam dan LED

Dilihat dari Gambar 4.8 tersebut pemakaian daya memiliki perbedaan kenaikan pada setiap tipe beban yang di pakai. Ia memiliki tipe kenaikan stabil dari 1 LED + 1 Bohlam ke 3 LED + 1 Bohlam. Lalu tipe kenaikan yang ke 2 pada 3 LED + 1 Bohlam ke 1 LED + 3 Bohlam. Ini memiliki 2 jenis tingkat kestabilan yakni konstan pertama dan konstan ke 2. Konstan pertama dari 1 LED + 1 Bohlam ke 3 LED + 1 Bohlam. Lalu konstan kedua pada 3 LED + 1 Bohlam ke 1 LED + 3 Bohlam. Sehingga kita dapat menyimpulkan bahwa setiap tipe beban memiliki tingkat kenaikan yang konstan melalui variasi beban kita dapat meihat setiap peningkatan konstannya.

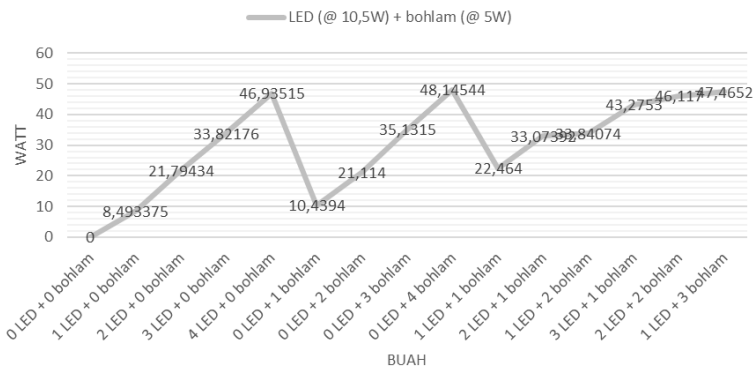
4.9 Pengujian Pemakaian Daya Keseluruhan

Data keseluruhan adalah perbandingan seluruh data yang didapatkan dari keluaran *inverter*.

Tabel 4.9 Pengujian Pemakaian Daya Keseluruhan

LED (@ 10,5 WATT)	BOHLAM (@5 WATT)	VOLT	MILIAMPHERE	WATT
0	0	231,2	0	0
1	0	234,3	36,25	8,493375
2	0	234,6	92,9	21,79434
3	0	235,2	143,8	33,82176
4	0	235,5	199,3	46,93515
0	1	205,5	50,8	10,4394
0	2	207	102	21,114
0	3	211	166,5	35,1315
0	4	213,6	225,4	48,14544
1	1	208	108	22,464
2	1	211,2	156,6	33,07392
1	2	209,8	161,3	33,84074
3	1	215,3	201	43,2753
2	2	214	215,5	46,117
1	3	214	221,8	47,4652

Dari data Tabel 4.9 tersebut kita dapat melihat bentuk kenaikan daya pada setiap variasi beban. Menandakan bahwa variasi beban memiliki daya yang berbeda-beda pada setiap penyerapan daya yang sebenarnya. Bisa di tinjau dari bohlam yang berdaya 5 Watt dia menyerap daya hingga 10,5 Watt. Dan peningkatan ini bisa dilihat atau dibandingkan dengan LED 10,5 Watt yang menyerap daya real 8,5 Watt. Ini berhubungan dengan efisiensi penyerapan daya pada lampu. Daya keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Daya Keseluruhan

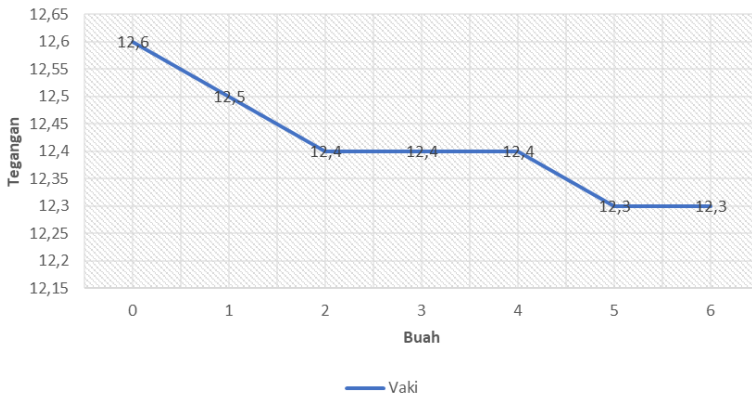
4.10 Pengujian Penurunan Aki

Pengujian dilakukan dengan menggunakan aki dengan memberinya beban. Tegangan dikontrol melalui *solar charger* dan *inverter* ke LED 10,5 Watt.

Tabel 4.10 Pengujian Penurunan Aki

TEGANGAN AKI (VOLT)	JAM	BEBAN
12,6	0	10,5 Watt LED
12,5	1	10,5 Watt LED
12,4	2	10,5 Watt LED
12,4	3	10,5 Watt LED
12,4	4	10,5 Watt LED
12,3	5	10,5 Watt LED
12,3	6	10,5 Watt LED

Dari data Tabel 4.10 tersebut kita dapat melihat bahwa penurunan tegangan aki cukup cepat pada jam pertama, lalu menurun sedikit demi lama pada jam-jam berikutnya. Penurunan tegangan ini menunjukkan bahwa adanya penurunan daya pada aki.



Gambar 4.10 Penurunan Tegangan Aki

Dilihat dari Gambar 4.10 tersebut kita dapat melihat bentuk konstan dari penurunan tegangan aki. Jam pertama membentuk garis lurus hingga pada jam pertama dan kedua. Lalu jam ke-2 hingga jam ke-4 mengalami konstan tegangan hingga pada jam ke-5 lalu konstan kembali hingga jam ke-6. Sehingga kita bisa anggap bahwa karena bebannya konstan maka penurunannya juga konstan.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V PENUTUP

Bab penutup berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini beserta saran-saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian serta analisa data dari sistem monitoring untuk melihat kondisi *solar cell*, aki, beban menggunakan *solar charger*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Buckboost converter* tidak dapat di pakai karena memiliki keterbatasan spesifikasi dari hasil percobaan memiliki tegangan kerja 4 Volt – 25 Volt (stabil). Dan batas arusnya sangat rendah yakni 3 Amphere per *buckboost*.
2. Dilihat dari kinerja *solar panel*, *solar panel* mengalami *drop* tegangan pada saat kondisi berawan dan di pagi dan di sore hari. *Drop* tegangan ini di akibatkan energi yang masuk kurang cukup untuk mempertahankan tegangan pada *output solar panel*. Sehingga kita bisa melihat kondisi tersebut di saat saat tertentu. Dilihat dari grafiknya kita dapat menyimpulkan bahwa energi terbesar pada jam 10:00 hingga jam 14:00. Setelah itu tegangan mengalami *drop* kembali pada jam 15:00. Hal ini berkaitan dengan efisiensi cahaya yang masuk dan *tracking* sudut matahari.
3. Apabila kita melihat kenaikan tegangan maka kita dapat melihat bahwa aki sedang melakukan *charging*. Disaat cerah maupun berawan yang terpenting adalah arah arusnya masuk ke aki. Karena *charging* aki mengikuti *solar panel* maka dapat kita simpulkan bahwa aki mengalami peningkatan setiap jam nya tergantung pada keluaran *solar panel*. Mengikuti *solar panel* pada jam 12:00–13:00 aki mengalami peningkatan *charging* paling tinggi. Dan pada jam 16.00-17.00 aki berhenti melakukan *charging*.
4. Dilihat dari Tabel tegangan aki dan beban memiliki kesamaan tegangan dari waktu ke waktu.
5. Aki sangat efektif mengalami *charging* pada jam 10:00 hingga jam 14:00. Lonjakan tegangan aki mengalami maksimal pada jam 15:00 bersamaan dengan tegangan *solar panel*.

5.2 Saran

Untuk dapat membaca kenaikan tegangan harus di cek kondisi lingkungan. Keluaran *solar panel* sangat bergantung pada lingkungan. Penurunan tegangan artinya penurunan daya. Karena tegangan pada *solar panel* diserap oleh *solar charger* hingga melewati ambang batas tegangan stabil sehingga tegangan mengalami *drop*. Penurunan ini terjadi sewaktu-waktu sehingga kita perlu mengambil data di saat cerah dan berawan di waktu pagi, siang dan sore hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukund, R. Patel, **Wind and Solar Power System**, US Merchant Marine Academy Kings Point : New York, 1999.
- [2] Efendi, Ir. M. Zaenal, MT, **Power Electronics 2**, EEPIS: 2014.
- [3] Wu, Keng C, **Pulse Width Modulated DC-DC**, Chapman & Hall : USA, 1996.
- [4] Mohan, Ned, **Power Electronic Converter, Application and Design**, John Willey and Sons : New York, 1998.
- [5] Henk, Bergveld Jan, Danilov Dmitry, Notten H.L Paul, Regtien P.L Paul, Pop Veler, **Battery Management System Accurate State-of-Charge Indication for Battery-Powered Application**, Springer : Netherland, 2008.
- [6] Tuck, Clive D. S., **Modern Battery Technology**, Ellis Horwood Limited : Great Britain, 1991.
- [7] Hidayat, Pitvande Yanuar, **Rancang Bangun Suatu Sistem Pemanfaatan Sumber Energi Tenaga Surya Sebagai Pendukung Sumber PLN untuk Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler (Hardware)**, Proyek Akhir PENS-ITS : 2011.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A

Datasheet

Battery Handling

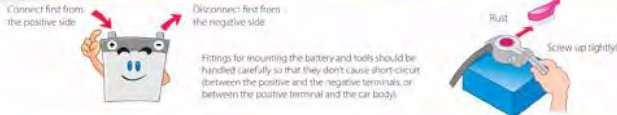
1. Installing a new battery



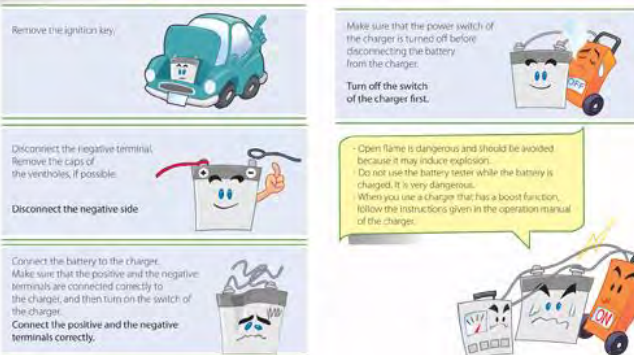
2. Battery in operation



3. Follow the right procedures to mount and remove the battery



4. Follow the right procedures to charge the battery



Check and Advice Basic for Prevention of Battery Trouble

Following and going on with the following three steps will prevent occurrence of a battery trouble and promote communication with your customer.

1. Talk with the customer

To prevent a trouble occurrence, talk to each customer and advise him/her to have a battery check.



2. Check and Report

The battery check should be performed in the following procedures, and the results of the check should be reported to the customer.

1. Appearance check (cracks, chips, electrolyte leakage, corrosion of terminals, etc.)
2. Electrolyte level check
3. Specific gravity check
4. Tester check



3. Advice

When reporting the results of the check, provide appropriate advice to the customer.



Sample Talks when a Battery Trouble Occurs

Most batteries will recover easily by charging or refilling the water.

Most troubles occur due to the discharging of electricity.

When a customer brings in a battery, telling that it does not work well, talk to the customer just like the one shown below and check the battery to identify its condition.

Example 1

"I bought this battery just a while ago, but it already go dead ..."



"Did you happen to leave the interior light or small lamp for long hours? First, let me check the battery."

"The battery will go dead very fast when you often drive the car at night, or when you don't drive it very often."

Example 2

"I've just had it charged (or replaced) the other day, but it went dead again ..."

"Rapid charging is the first aid for battery, but it is difficult to recover the battery to its full capacity by rapid charging. Let me check the battery once again."

"It may be caused by the disorder of the charging system in the car. I recommend having your car checked by a professional."

Example 3

"A lot of electrolyte in the battery was lost on these days ..."



"The electrolyte within the battery do lost a lot especially in the summer. It is natural that the level falls down; therefore water should be refilled regularly. If you leave the electrolyte at low level while you keep on driving, the battery would go dead."

Example 4

"The engine doesn't start very easily in cold weather ..."



"The performance of the battery usually goes down and the engine oil will harden when it is cold outside. Usually, it takes more time for the engine to start in the winter than in the summer."

Your battery may be short of charge. Let me check the battery.

Example 5

"The electrolyte is overflowing from the battery box ..."



"It may be caused by excessive refilling of water or by the disorder of the charging system of the car."

Caution

Caution 1

It is very dangerous to connect a load directly to the battery terminals!

- Intermediate switches are needed between the battery and loads.
- The service life of the battery will be shortened if 12V middle load is taken from a 24V battery.

It is unsafe to connect a load directly to the battery, as it will induce sparks, which may cause explosion on the battery.



Caution 2

Do not seal the battery off!

- The vent cap of the battery should not be sealed or covered.
- The battery should not be used in a sealed container.

"Do not seal me!"



If used in a sealed condition, the internal pressure of the battery will increase, which may blow off the caps of the ventholes and cause explosion of the battery case.

Caution 3

Remove static electricity before battery checking!

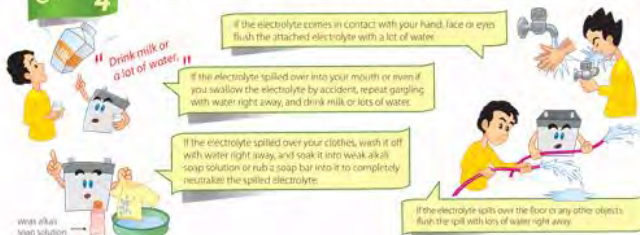
- During dry seasons, things tend to take an electrical charge. Make sure to remove static electricity before battery checking.
- The battery should not be cleaned by an electrically charged person or by a dry cloth.
- To remove static electricity from your body, hold a coin or other metal in your palm, and touch the body of the car to ground down the static. Then you can touch the battery safely.



- Sparks generated by static electricity may cause explosion of the battery.
- Use a dry cloth to clean the battery.

Caution 4

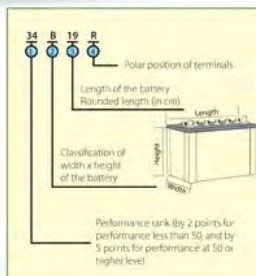
What if ... (first aid for electrolyte accidents)



Basic Instruction



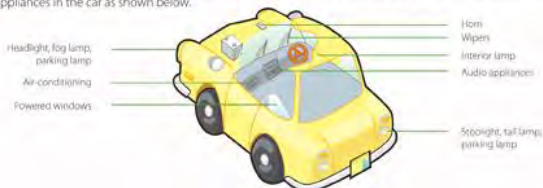
How to Read JIS Type Description



	Meaning of marks	Description																														
1	Performance rank	Overall performance of the battery. The higher value, the higher performance.																														
2	Size of the shorter side of the battery. (Width x height of the battery)	<p>(Table of sizes of the battery shorter side)</p> <table><thead><tr><th>Class</th><th>Approx. (mm)</th><th>Thickness (mm)</th><th>Class</th><th>Approx. (mm)</th><th>Height (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>127</td><td>162</td><td>E</td><td>176</td><td>213</td></tr><tr><td>B</td><td>129(127)</td><td>200</td><td>F</td><td>182</td><td>213</td></tr><tr><td>C</td><td>135</td><td>207</td><td>G</td><td>212</td><td>213</td></tr><tr><td>D</td><td>175</td><td>204</td><td>H</td><td>278</td><td>220</td></tr></tbody></table>	Class	Approx. (mm)	Thickness (mm)	Class	Approx. (mm)	Height (mm)	A	127	162	E	176	213	B	129(127)	200	F	182	213	C	135	207	G	212	213	D	175	204	H	278	220
Class	Approx. (mm)	Thickness (mm)	Class	Approx. (mm)	Height (mm)																											
A	127	162	E	176	213																											
B	129(127)	200	F	182	213																											
C	135	207	G	212	213																											
D	175	204	H	278	220																											
	Basic types and thickness																															
3	Length of the battery (mm)	Rounded length of the battery (in cm)																														
4	Polar position of terminals																															

What Does a Battery Do?

In addition to its basic role to start the engine, the battery in a car is used as a power source for electric/electronic appliances in the car as shown below.

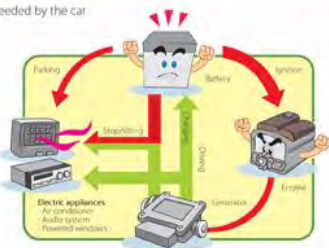


Role of the Battery

The battery is the heart of a car. It supplies energy needed by the car.

Three Major Roles of a Battery

- 1 The battery starts ignition of the engine.
- 2 When the power needed by the car exceeds the power generated by the generator, the battery supplements back-up power.
- 3 The battery continues to supply stable power to electric appliances equipped in the car.



The Mechanism of the Battery

A battery is a unit that releases electric energy when needed (discharging), and stores potential electrical energy in the form of chemical energy (charging), and it can also repeat the process for multiple times.

Discharge reactions

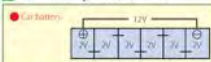
Electromotive force, generated by the chemical reaction among active materials in the polar plates and sulfuric acid in the electrolyte, activates the flow of direct electric current from the battery (discharge current).

Discharge reactions within the battery

Sulfuric acid sticks around the polar plates



A 12V battery is used for a car.



Charge reactions

When the battery is charged with direct current, chemical reactions are the reversal as opposed to the discharge reactions that occurred and the battery becomes fully charged.

Charge reactions within the battery

Sulfuric acid is released from the polar plates





PWM Solar charge controller

LandStar series (LS1024R,LS2024R)



LandStar series solar charge controller that adopts the most advanced digital technique and operates fully automatically. The Pulse Width Modulation (PWM) battery charging can greatly increase the lifetime of battery.

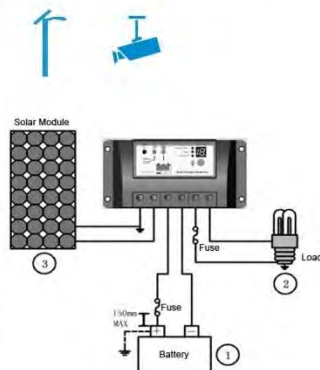
Application:

Ideal for off-grid solar lighting system that needs light and timer control

- ◆ Solar street lights
- ◆ Solar garden lights
- ◆ Solar detection equipment at night

Features:

- ◆ 12/24V auto work
- ◆ High efficient Series PWM charging
- ◆ Gel, Sealed and Flooded battery type option
- ◆ Widely used, automatically recognize day/night
- ◆ Intelligent timer function with 1-15 hours option
- ◆ Digital LED menu with simple setting and easy using
- ◆ Use MOSFET as electronic switch
- ◆ Temperature compensation
- ◆ Electronic protection: over charging, over discharging, overload, short circuit, and overheating
- ◆ Reverse protection: any combination of solar module and battery



www.epsolarpv.com



Technical specifications

Electrical parameters	LS1024R	LS2024R	LS2024R
Nominal system voltage	12 / 24VDC auto work		
Rated battery current	10A	15A	20A
Max. battery voltage	32V		
Charge circuit voltage drop	≤0.26V		
Discharge circuit voltage drop	≤0.15V		
Self-consumption	≤6mA		

Battery voltage parameters (temperature at 25℃)			
Battery charging setting	Gel	Sealed	Flooded
Equalize charging voltage	—	14.6V;x2/24V	14.8V;x2/24V
Boost charging voltage	14.2V;x2/24V	14.4V;x2/24V	14.6V;x2/24V
Float charging voltage	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V
Low voltage reconnect voltage	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V
Low voltage disconnect voltage	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V
Equalize duration	—	2 hours	2 hours
Boost duration	2 hours	2 hours	2 hours

Environmental parameters		Mechanical parameters	LS1024R	LS2024R
Working temperature	-35℃ to +55℃	Overall dimension	140 x 65 x 34mm	144x 75x 45mm
Storage temperature	-35℃ to +80℃	Mounling dimension	130 x 45mm	135 x 55mm
Humidity	10%-90% NC	Terminal	4mm ²	10mm ²
Enclosure	IP30	Net weight	0.15kg	0.25kg



BEIJING EPSOLAR TECHNOLOGY CO.,LTD.
 Add: BLDG #18, CO.PARK, NO.8 HEYING
 ROAD,CHANGPING DISTRICT, BEIJING, CHINA
 Tel: 010-82894962 / 82894112
 Fax: 010-82894882
 E-mail: info@epsolarpv.com

www.epsolarpv.com

EPSOLAR

☆ Design patent NO.:
201130028317.3

☆ Utility model patent NO.:
201120064092.1

LS1024R / LS1524R / LS2024R

—— **Solar Light Controller**

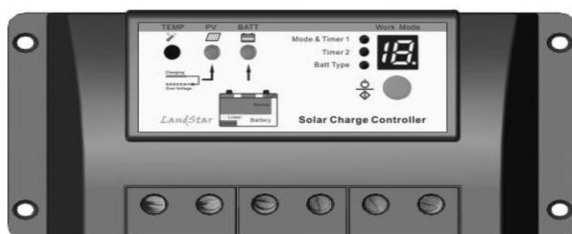
INSTRUCTION MANUAL

Thank you very much for selecting our product!
This manual offers important information and suggestions with respect to installation, use and troubleshooting, etc. Please read this manual carefully before using the product and pay attention to the safety recommendations in it.

LandStar

LS1024R / LS1524R / LS2024R

—— Solar Light Controller



Specification Summary

Nominal system voltage	12 / 24VDC*
Maximum PV input voltage	50V
Nominal charge / discharge current	
LS1024R	10A
LS1524R	15A
LS2024R	20A

* The controller will recognize the system rated voltage when start up. If the battery voltage is lower than 18V, it will recognize the system as 12V. If the battery voltage is greater than 18V, it will recognize the system as 24V.

Contents

1 Important Safety Information	1
2 General Information	2
2.1 Product Overview.....	2
2.2 Product Features.....	3
3 Installation Instructions	4
3.1 General Installation Notes	4
3.2 Mounting.....	4
3.3 Wiring	6
4 Operation.....	10
4.1 PWM Technology	10
4.2 Battery Charging Information.....	10
4.3 LED Indicators	12
4.4 Setting Operation.....	14
5 Protections, Troubleshooting and Maintenance	18
5.1 Protection	18
5.2 Troubleshooting	19
5.3 Maintenance	21
6 Warranty	22
7 Technical Specifications.....	23

1 Important Safety Information

Save These Instructions

This manual contains important safety, installation and operating instructions.

The following symbols are used throughout this manual to indicate potentially dangerous conditions or mark important safety instructions, please take care when meeting these symbols.



WARNING: Indicates a potentially dangerous condition. Use extreme caution when performing this task.



CAUTION: Indicates a critical procedure for safe and proper operation of the controller.



NOTE: Indicates a procedure or function that is important for the safe and proper operation of the controller.

General Safety Information

- Read all of the instructions and cautions in the manual before beginning installation.
- There are no user serviceable parts inside the controller. Do not disassemble or attempt to repair it.
- Install external fuses/breakers as required.
- Disconnect the solar module and fuse/breakers near to battery before installing or adjusting the controller.
- Do not allow water to enter the controller.
- Confirm that power connections are tightened to avoid excessive heating from loose connection.

2 General Information

2.1 Product Overview

Thank you for selecting LandStar series solar light controller that adopts the most advanced digital technique and operates fully automatically. The Pulse Width Modulation (PWM) battery charging can greatly increase the lifetime of battery. It has various unique functions and quite easy to use, such as:

- 12/24V automatic recognition
- High efficient Series PWM charging, increase the battery lifetime and improve the solar system performance.
- Use MOSFET as electronic switch, without any mechanical switch
- Widely used, automatically recognize day/night.
- Digital LED menu, only one key solve all setting simply
- Intelligent timer function with 1-15 hours option
- Unique dual timer function, enhance the flexibility of street light system.
- Gel, Sealed and Flooded battery type option.
- Adopt temperature compensation, correct the charging and discharging parameters automatically and improve the battery lifetime.
- Electronic protection: Overheating, over charging, over discharging, overload, and short circuit.
- Reverse protection: any combination of solar module and battery.

The controller is for off-grid solar system, especially in solar light system, and protects the battery from being over charged by the solar module and over discharged by the loads. The charging process has been optimized for long battery life and improved system performance. The comprehensive self-diagnostics and electronic protection functions can prevent damage from installation mistakes or system faults.

Though the controller is easy to operate and use, please take your time to read this manual and become familiar with it. This will help you make full use of all the functions and improve your solar PV system.

2.2 Product Features

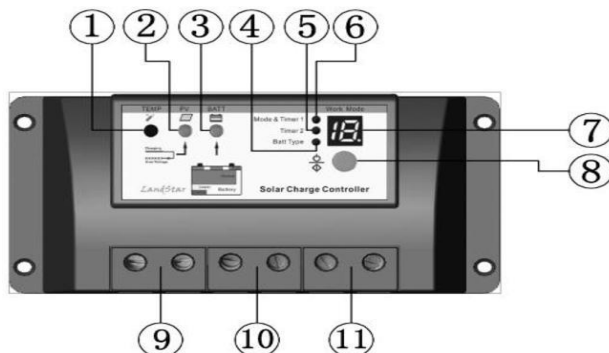


Figure 2-1 Land Star characteristics

1 –Temperature Sensor

Measure ambient temperature and make temperature compensation for charging and discharging.

2 – Charging status LED indicator

An LED indicator that shows charging status and also indicates when battery voltage is higher than over voltage disconnect voltage.

3 – Battery status LED indicator

An LED indicator that shows battery status

4 – Battery type setting indicator

The indicator will be on when select battery type.

5 – Timer 2 setting indicator

The indicator will be on when set timer 2.

6 – Timer 1 setting indicator

The indicator will be on when set timer 1.

7 –LED digital display

Display the load work mode and status

8 –Setting button

Set load work mode and select battery type (in manual mode used for load ON/OFF).

9 –Solar Module Terminals

Connect solar modules.

10 –Battery Terminals

Connect batteries.

11 –Load Terminals

Connect loads.

3 Installation Instructions

3.1 General Installation Notes

- Read through the entire installation section first before beginning installation.
- Be very careful when working with batteries. Wear eye protection. Have fresh water available to wash and clean any contact with battery acid.
- Uses insulated tools and avoid placing metal objects near the batteries.
- Explosive battery gasses may be present during charging. Be certain there is sufficient ventilation to release the gasses.
- Avoid direct sunlight and do not install in locations where water can enter the controller.
- Loose power connections and/or corroded wires may result in resistive connections that melt wire insulation, burn surrounding materials, or even cause fire. Ensure tight connections and use cable clamps to secure cables and prevent them from swaying in mobile applications.
- Use with Gel, Sealed or Flooded batteries only.
- Battery connection may be wired to one battery or a bank of batteries. The following instructions refer to a singular battery, but it is implied that the battery connection can be made to either one battery or a group of batteries in a battery bank.
- Select the system cables according to $3A/mm^2$ current density

3.2 Mounting



NOTE: When mounting the controller, ensure free air through the controller heat sink fins. There should be at least 6 inches (150 mm) of clearance above and below the controller to allow for cooling. If mounted in an enclosure, ventilation is highly recommended.



WARNING: Risk of explosion! Never install the controller in a sealed enclosure with flooded batteries! Do not install in a confined area where battery gassed can accumulate.

Step 1: Choose Mounting Location

Locate the controller on a vertical surface protected from direct sun, high temperature, and water. And make sure good ventilation.

Step 2: Check for clearance

Place the controller in the location where it will be mounted. Verify that there is sufficient room to run wires and that there is sufficient room above and below the controller for air flow.

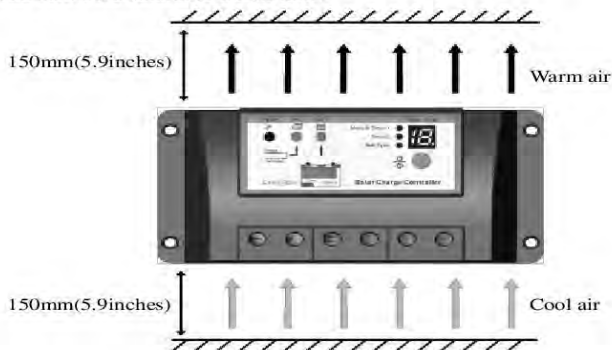


Figure 3-1 Mounting and cooling

Step 3: Mark Holes

Use a pencil or pen to mark the four (4) mounting hole locations on the mounting surface.

Step 4: Drill Holes

Remove the controller and drill 4mm holes in the marked locations.

Step 5: Secure Controller

Place the controller on the surface and align the mounting holes with the drilled holes in step 4.

Secure the controller in place using the mounting screws.

3.3 Wiring



NOTE: A recommended connection order has been provided for maximum safety during installation.



NOTE: The controller is a common positive ground controller.



CAUTION: Don't connect the loads with surge power exceeding the ratings of the controller.



CAUTION: For mobile applications, be sure to secure all wiring. Use cable clamps to prevent cables from swaying when the vehicle is in motion. Unsecured cables create loose and resistive connections which may lead to excessive heating and/or fire.

Step1: Battery Wiring



WARNING: Risk of explosion or fire! Never short circuit battery positive (+) and negative (-) or cables

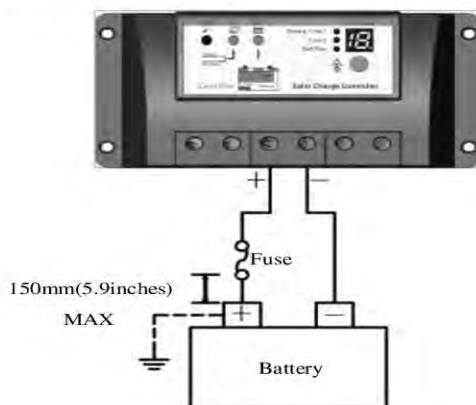


Figure 3-2 Battery connecting

Before battery is connected, make sure that battery voltage is greater than 6V so as to start up the controller. If system is 24V, make sure battery voltage is not less than 18V. System voltage can only be automatically recognized when controller start up for the first time.

When install fuse, make sure that the biggest distance between the fuse holder and the positive terminal of battery is 150mm. Do not insert a fuse at this time. Confirm the connection correct and turn on the power.

Step 2: Load Wiring

The controller loads can be connected to such electrical equipments as lights, pumps, motors and others. Controller offers power to loads through the battery voltage.

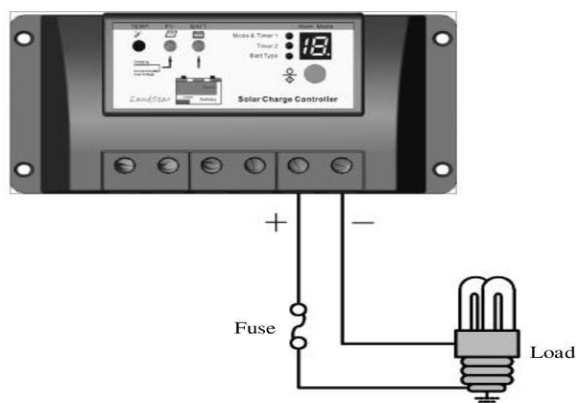


Figure 3-3 Load Wiring

Connect the positive (+) and negative (-) of loads to controller load terminals as shown in Figure 3-3. The load terminal may exist voltage, connect carefully to avoid short circuit.

An in-line fuse holder should be wired in series in the load positive (+) or negative (-) wire as show in Figure 3-3. Do not insert a fuse at this time. Confirm the connection correct and turn on the power.

If wiring the load connection to a load distribution panel, each load circuit should be fused separately. The total load draw should not exceed the load rated current of controller.

Step 3: Solar wiring



WARNING: Risk of electric shock! Exercise caution when handling solar wiring. The solar module(s) high voltage output can cause severe shock or injury. Be careful operation when installing solar wiring.

The controller can accept 12V, 24V nominal off-grid solar module(s). Grid-tie solar module(s) may be used if the open circuit voltage of solar module doesn't exceed the Maximum PV input voltage of the controller. The solar module(s) work voltage must be equal to or greater than the system voltage.

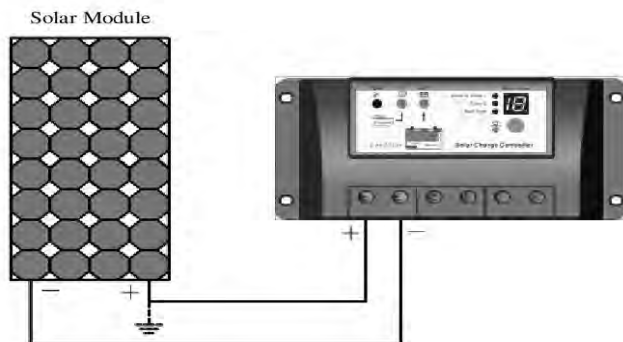


Figure 3-4 Solar wiring

Step 4: Confirm Wiring

Double-check the wiring in step1 through 3. Confirm correct polarity at each connection. Verify that all six terminals are tightened.

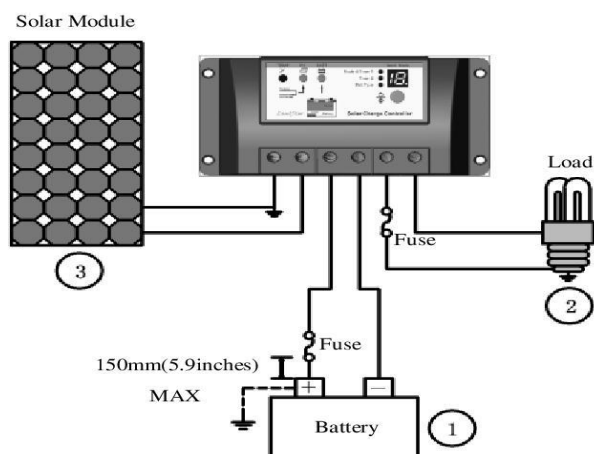


Figure 3-5 System wiring review

Step 5: Confirm power on

When battery power is applied and the controller starts up, the battery LED indicator will be green.

If the controller doesn't start up, or the battery status LED error exists, please refer to section 5 for troubleshooting.

4 Operation

4.1 PWM Technology (Series Pulse Width Modulation)

The controller adopts the advanced series pulse width modulation (PWM) charging mode. With range of 0-100%, it can charge the battery quickly and stably under any condition of solar photovoltaic system.

PWM charging mode use automatic conversion duty ratio pulses current to charge the battery. The battery can be fully charged safety and rapidly with the pulse current. Intermissions make some oxygen and hydrogen generated by chemical reaction chemically combined again and absorbed. It can eliminate concentration polarization and ohm polarization naturally and reduce the internal pressure of the battery so that the battery can absorb more power. Pulse current charging mode makes battery have more time to react, which reduces the gassing volume and makes battery improve the acceptance rate of charging current.

4.2 Battery Charging Information

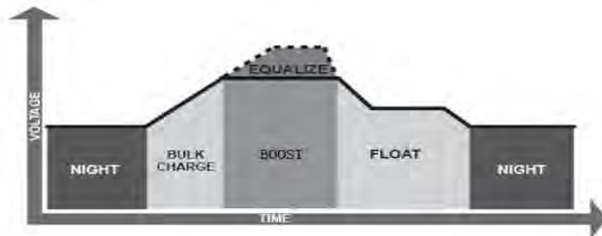


Figure 4-1 PWM Charging mode

•Bulk Charge

In this stage, the battery voltage has not yet reached boost voltage and 100% of available solar power is used to charge the battery.

•Boost Charge

When the battery has recharged to the Boost voltage setpoint, constant-current regulation is used to prevent heating and excessive battery gassing. The Boost stage remains 120 minutes and then goes to Float Charge.

•Float Charge

After the battery is fully charged in Boost voltage stage, the controller reduces the battery voltage to Float voltage set point. When the battery is fully recharged, there will be no more chemical reactions and all the charge current transmits into heat and gas at this time. Then the controller reduces the voltage to the floating stage, charging with a smaller voltage and current. It will reduce the temperature of battery and prevent the gassing, also charging the battery slightly at the same time. The purpose of Float stage is to offset the power consumption caused by self consumption and small loads in the whole system, while maintaining full battery storage capacity.

In Float stage, loads can continue to draw power from the battery. In the event that the system load(s) exceed the solar charge current, the controller will no longer be able to maintain the battery at the Float setpoint. Should the battery voltage remains below the boost reconnect charging voltage, the controller will exit Float stage and return to Bulk charge.

•Equalize Charge



WARNING: Risk of explosion!

Equalizing flooded battery can produce explosive gases, so well ventilation of battery box is necessary



NOTE: Equipment damage!

Equalization may increase battery voltage to the level damaging to sensitive DC loads. Ensure that all load allowable input voltages are greater than the equalizing charging set point voltage.



NOTE: Equipment damage!

Over-charging and excessive gas precipitation may damage the battery plates and activate material shedding on them. Too high an equalizing charge or for too long may cause damage. Please carefully review the specific requirements of the battery used in the system.

Certain types of batteries benefit from periodic equalizing charge, which can stir the electrolyte, balance battery voltage and complete chemical reaction. Equalizing charge increases the battery voltage, higher than the standard complement voltage, which gasifies the battery electrolyte.

If the battery is being over discharged, the solar controller will automatically turn to equalize charging stage, and the equalize stage remain 120mins. Equalize charge and boost charge are not carried out constantly in a full charge process to avoid too much gas precipitation or overheating of battery.

4.3 LED Indicators

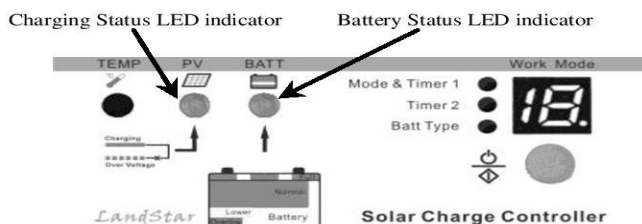


Figure 4-2 LED indicators

• Charging status indicator

GREEN ON whenever sunlight is available for battery charging,

GREEN FAST FLASHING when battery over voltage.

Please refer to section 5 for troubleshooting.

Charging Status LED indicator

Table 4-1

Color	Indicator	Charging Status
Green	On Solid	Charging
Green	Fast Flashing	Battery over voltage

● **Battery status indicator**

GREEN ON when battery voltage in normal range

GREEN SLOWLY FLASHING when battery full

ORANGE ON when battery under voltage

RED ON when battery over discharged

Please refer to section 5 for troubleshooting.

Battery status LED indicator

Table 4-2

Color	Indicator	Battery Status
Green	On solid	Normal
Green	Slowly Flashing	Full
Orange	On solid	Under voltage
Red	On solid	Over discharged

● **Load status indicator:**

When the load amp is 1.25times of rated current for 60 seconds, or the load amp is 1.5 times of rated current for 5 seconds (overload); or load amp is more than 3.5 times of rated current(Short Circuit) ,the LED digital tube shows “L” with slowly flashing simultaneously. Please refer to section 5 for trouble shooting.

Load status LED indicator

Table 4-3

Color	LED digital tube	Load status
Red	“L” with slowly flashing	Overload or short circuit

● **Overheating protection indicator:**

When heat sink of the controller exceeds 85 °C, the controller will automatically cut input and output circuit, with LED digital tube showing “H” with slowly flashing simultaneously. Please refer to section 5 for trouble shooting.

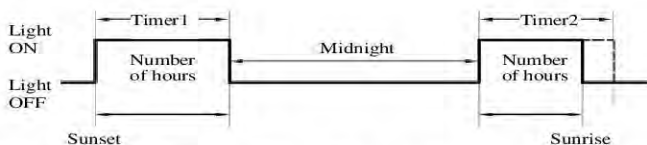
Overheating protection indicator

Table 4-4

Color	LED digital tube	System status
Red	“H” with slowly flashing	Controller overheating

4.4 Setting Operation

Dual timer function



The default night length is 10 hours. The controller can learn the night length referring to the previous night so as to adapt to the different seasons. However, it will take some time to learn it.



Notes: when the “OFF” time set at timer 2 is later than local sunrise time, the controller will turn off the load output at the sunrise time, which shows light control first!

. Load Control Settings

1. Dusk to Dawn

When solar module voltage goes below the point of NTTV (Night Time Threshold Voltage) at sunset, the controller will recognize the starting voltage and turn on the load after 10 minutes delay. When solar module voltage goes above point of DTTV (Day Time Threshold Voltage), the solar controller will recognize the starting voltage and turn off the load after 10 minutes delay.

2. Light ON + Timer

When solar module voltage goes below the point of NTTV (Night Time Threshold Voltage) at sunset; the solar controller will recognize the starting voltage and turn on the load after 10 minutes delay. The load will be on for several hours which users set through LED digital tube. The controller has dual timer function. Please refer to table 4-5 “Load Work Mode Setting”.

3. Test mode

This mode is the same as Dusk to Dawn. But there is no 10 minutes delay when controller recognizes the starting voltage. When below the starting voltage, the controller will turn on the load, if higher, it will turn off load. The test mode makes it easy to check the system installation.

4. Manual mode

This mode is to turn ON and OFF the load by manual.

- **Load Work Mode Setting**

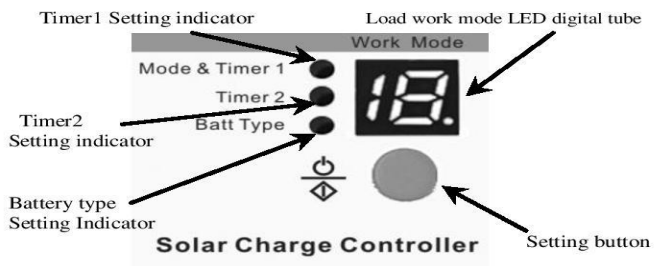


Figure 4-3 Setting operation indicating

Press the setting button once and setting indicators will be changed once among timer 1, timer2 and battery type.

When timer 1 setting indicator is on, press the setting button for more than 5 seconds till the LED digital tube flashes. Then press the setting button till the desired number appears according to the following table. The setting is finished when the digital tube stop flashing.

Timer 2 setting is the same as timer 1 when the setting indicator is on timer2

Load work mode

Table 4-5

Timer1	LED Digital No.
Disable	n
Dusk to Dawn, Load will be on all night	0
Load will be on for 1 hour after ten minutes delay since sunset	1
Load will be on for 2 hours after ten minutes delay since sunset	2
Load will be on for 3 hours after ten minutes delay since sunset	3
Load will be on for 4 hours after ten minutes delay since sunset	4
Load will be on for 5 hours after ten minutes delay since sunset	5
Load will be on for 6 hours after ten minutes delay since sunset	6
Load will be on for 7 hours after ten minutes delay since sunset	7
Load will be on for 8 hours after ten minutes delay since sunset	8
Load will be on for 9 hours after ten minutes delay since sunset	9
Load will be on for 10 hours after ten minutes delay since sunset	10
Load will be on for 11 hours after ten minutes delay since sunset	11
Load will be on for 12 hours after ten minutes delay since sunset	12
Load will be on for 13hours after ten minutes delay since sunset	13
Load will be on for 14 hours after ten minutes delay since sunset	14
Load will be on for 15 hours after ten minutes delay since sunset	15
Test mode	16
ON/OFF mode	17

Load work mode

Table 4-6

Timer2	LED Digital No.
Disable	n
Load will be on for 1 hour before sunrise	1
Load will be on for 2 hours before sunrise	2
Load will be on for 3 hours before sunrise	3
Load will be on for 4 hours before sunrise	4
Load will be on for 5 hours before sunrise	5
Load will be on for 6 hours before sunrise	6
Load will be on for 7 hours before sunrise	7
Load will be on for 8 hours before sunrise	8
Load will be on for 9 hours before sunrise	9
Load will be on for 10 hours before sunrise	10
Load will be on for 11 hours before sunrise	11
Load will be on for 12 hours before sunrise	12
Load will be on for 13hours before sunrise	13
Load will be on for 14 hours before sunrise	14
Load will be on for 15 hours before sunrise	15



Notes: If timer 1 is Dusk to Dawn(0), Test mode (16) or ON/OFF mode (17), the timer 2 will be disabled.

● Battery Type Setting

When battery type setting indicator is on, press the setting button for more than 5 seconds till the LED digital tube flashes. Then press the setting button till the desired number appears according to the following table. The setting is finished till the LED digital display stops flashing.

Battery type setting

Table 4-7

Battery type	Digital tube display
Sealed lead acid battery	1
Gel battery	2
Flooded battery	3

5 Protection, Troubleshooting and Maintenance

5.1 Protection

•PV Array Short Circuit

If PV array short circuit occurs, clear it to resume normal operation.

•Load Overload

If the load current exceeds the maximum load current rating, the controller will disconnect the load. Overloading must be cleared up through reapply power or pressing the setting button.

•Load Short Circuit

Fully protected against load wiring short-circuit. After one automatic load reconnect attempt, the fault must be cleared by reapply power or pressing the setting button.

•PV Reverse Polarity

Fully protection against PV reverse polarity, no damage to the controller will result. Correct the miswire to resume normal operation.

•Battery Reverse Polarity

Fully protection against battery reverse polarity, no damage to the controller will result. Correct the miswire to resume normal operation.

•Damaged Local Temperature Sensor

If the temperature sensor short-circuited or damaged, the controller will be charging or discharging at the default temperature 25℃ to prevent the battery damaged from overcharging or over discharged.

•Overheating Protection

If the temperature of the controller heat sink exceeds 85℃, the controller will automatically start the overheating protection.

•High Voltage Transients

PV is protected against high voltage transients. In lightning prone areas, additional external suppression is recommended.

5.2 Troubleshooting

Trouble Shooting

Table 5-1

Faults	Possible reasons	Troubleshooting
Charging LED indicator off during daytime when sunshine falls on PV modules properly.	PV array disconnection	Check that PV and battery wire connections are correct and tight.
Green charging LED indicator fast flashing	Battery voltage higher than over voltage disconnect voltage(OVD)	Check if battery voltage over high. Disconnect the solar module
Battery LED indicators are orange	Battery under voltage	Load output is normal,, charging LED indicator will return to green automatically when fully charged.
Battery LED indicators RED color and loads not working.	Battery over discharged	The controller cut off the output automatically, LED indicator will return to green automatically when fully charged.

Digital tube displays “L” with red slowly flashing	Over load or short circuit	Overload: Please reduce the load and press the button once, the controller will resume to work after 3s; Short circuit: when the first short-circuit occurs, the controller will automatically resume to work after 10s; when a second short-circuit occurs, press the button, the controller will resume to work after 3s.
Digital tube displays “H” with red slowly flashing	Too high temperature of controller	When heat sink of the controller exceeds 85℃, the controller will automatically cut input and output circuit. When the temperature below 75℃, the controller will resume to work



Notes: No LED indicator.

Measure battery voltage with multimeter.

Min.6V can start up the controller.



Notes: No charging status LED indicator with normal connection. Measure the input voltage of solar module, the input voltage must be higher than battery voltage!

5.3 Maintenance

The following inspections and maintenance tasks are recommended at least two times per year for best controller performance.

- Check that the controller is securely mounted in a clean and dry environment.
- Check that the air flow and ventilation around the controller is not blocked. Clear all dirt or fragments on the heat sink.
- Check all the naked wires to make sure insulation is not damaged for serious solarization, frictional wear, dryness, insects or rats etc. Maintain or replace the wires if necessary.
- Tighten all the terminals. Inspect for loose, broken, or burnt wire connections.
- Check and confirm that LED digital tube is consistent with required. Pay attention to any troubleshooting or error indication .Take necessary corrective action.
- Confirm that all the system components are ground connected tightly and correctly.
- Confirm that all the terminals have no corrosion, insulation damaged, high temperature or burnt/discolored sign, tighten terminal screws to the suggested torque.
- Inspect for dirt, insects and corrosion, and clear up.
- Check and confirm that lightning arrester is in good condition. Replace a new one in time to avoid damaging of the controller and even other equipments.



Notes: Dangerous with electric shock!

Make sure that all power source of controller is cut off when operate above processes, and then make inspection or other operations !

6 Warranty

The LandStar charge controller is warranted to be free from defects for a period of TWO (2) years from the date of shipment to the original end user. We will, at its option, repair or replace any such defective products.

• Claim procedure:

Before requesting warranty service, check the Operation Manual to be certain that there is a problem with the controller. Return the defective product to us with shipping charges prepaid if problem cannot be solved. Provide proof of date and place of purchase. To obtain rapid service under this warranty, the returned products must include the model, serial number and detailed reason for the failure, the module type and size, type of batteries and system loads. This information is critical to a rapid disposition of your warranty claim.

•This warranty does not apply under the following conditions:

1. Damage by accident, negligence, abuse or improper use.
2. PV or load current exceeding the ratings of product.
3. Unauthorized product modification or attempted repair
4. Damaged occurring during shipment.
5. Damage results from acts of nature such as lightning, weather extremes
6. Irreclaimable mechanical damage.

7 Technical specifications

Electrical Parameters

Table 7-1

Description	Parameter
Nominal System Voltage	12 / 24VDC Auto work
Maximum Battery Voltage	32V
Rated Battery Current	LS1024R 10A LS1524R 15A LS2024R 20A
Charge Circuit Voltage Drop	$\leq 0.26V$
Discharge Circuit Voltage Drop	$\leq 0.15V$
Self-consumption	$\leq 6mA$

Threshold Voltage Parameters

Table7-2

Description	Parameter
NTTV (Night Time Threshold Voltage)	5V; x2/24V
DTTV (Day Time Threshold Voltage)	6V; x2/24V

Temperature Compensation Coefficient

Table7-3

Description	Parameter
Temperature Compensation Coefficient(TEMPCO)*	-30mV/°C/12V(25 °C ref)

* Compensation of equalize, boost, float and low voltage disconnect voltage.

Battery Voltage Parameters (temperature at 25 °C)

Table 7-4

Charging Parameters			
Battery charging setting	Gel	Sealed	Flooded
Over Voltage Disconnect Voltage	16V; x2/24V	16V; x2/24V	16V; x2/24V
Charging Limit Voltage	15.5V;x2/24V	15.5V;x2/24V	15.5V;x2/24V
Over Voltage Reconnect Voltage	15V; x2/24V	15V; x2/24V	15V; x2/24V
Equalize Charging Voltage	-----	14.6V;x2/24V	14.8V;x2/24V
Boost Charging Voltage	14.2V;x2/24V	14.4V;x2/24V	14.6V;x2/24V
Float Charging Voltage	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V	13.8V;x2/24V
Boost Reconnect Charging Voltage	13.2V;x2/24V	13.2V;x2/24V	13.2V;x2/24V
Low Voltage Reconnect Voltage	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V	12.6V;x2/24V
Under voltage warning reconnect voltage	12.2V;x2/24V	12.2V;x2/24V	12.2V;x2/24V
Under Voltage Warning Voltage	12V; x2/24V	12V; x2/24V	12V; x2/24V
Low Voltage Disconnect Voltage	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V	11.1V;x2/24V
Discharging Limit Voltage	10.8V;x2/24V	10.8V;x2/24V	10.8V;x2/24V
Equalize duration	-----	2 hours	2 hours
Boost duration	2 hours	2 hours	2 hours

Environmental parameters

Table 7-5

Environmental parameters	Parameter
Working temperature	-35℃ to +55℃
Storage temperature	-35℃ to +80℃
Humidity	10%-90% NC
Enclosure	IP30

LS1024R Mechanical parameters

Table 7-6

Mechanical Parameter	Parameter
Overall dimension	140(5.51)x65(2.56)x34(1.34) mm/inches
Mounting dimension	130(5.12) x 45(1.77) mm/inches
Mounting hole size	Φ4.5
Terminal	4mm ²
Net weight	0.15kg

LS1524R、LS2024R Mechanical Parameters

Table 7-7

Mechanical Parameter	Parameter
Overall dimension	144(5.67)x75(2.95)x45(1.77) mm/inches
Mounting dimension	135(5.31)x55(2.16) mm/inches
Mounting hole size	Φ4.5
Terminal	10mm ²
Net weight	0.25kg

Final interpretation right of the manual belongs to our company.

Any changes without prior notice!

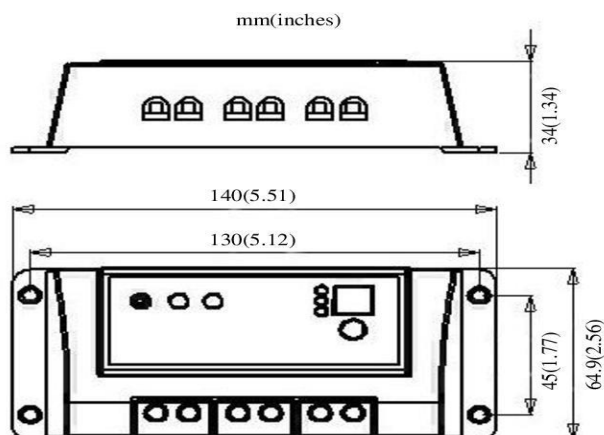


Figure1-1 LS1024R Dimensions

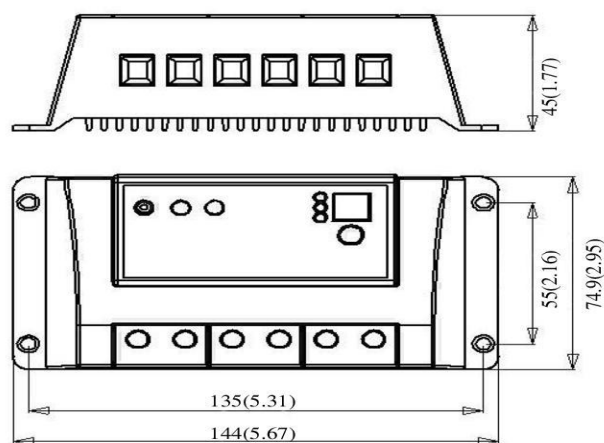


Figure1-2 LS1524R & LS2024R Dimensions

Version number: V6.0



BEIJING EPSOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.

Tel: 010-82894112 / 82894962

Fax: 010-82894882

E-mail: info@epsolarpv.com

Website: www.epsolarpv.com



400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Features

- Wide 5V to 32V Input Voltage Range
- Positive or Negative Output Voltage Programming with a Single Feedback Pin
- Current Mode Control Provides Excellent Transient Response
- 1.25V reference adjustable version
- Fixed 400KHz Switching Frequency
- Maximum 4A Switching Current
- SW PIN Built in Over Voltage Protection
- Excellent line and load regulation
- EN PIN TTL shutdown capability
- Internal Optimize Power MOSFET
- High efficiency up to 94%
- Built in Frequency Compensation
- Built in Soft-Start Function
- Built in Thermal Shutdown Function
- Built in Current Limit Function
- Available in TO263-5L package

Applications

- EPC / Notebook Car Adapter
- Automotive and Industrial Boost / Buck-Boost / Inverting Converters
- Portable Electronic Equipment

General Description

The XL6009 regulator is a wide input range, current mode, DC/DC converter which is capable of generating either positive or negative output voltages. It can be configured as either a boost, flyback, SEPIC or inverting converter. The XL6009 built in N-channel power MOSFET and fixed frequency oscillator, current-mode architecture results in stable operation over a wide range of supply and output voltages.

The XL6009 regulator is special design for portable electronic equipment applications.



TO263-5L

Figure1. Package Type of XL6009

400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Pin Configurations

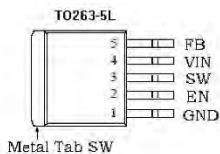


Figure2. Pin Configuration of XL6009 (Top View)

Table 1 Pin Description

Pin Number	Pin Name	Description
1	GND	Ground Pin.
2	EN	Enable Pin. Drive EN pin low to turn off the device, drive it high to turn it on. Floating is default high.
3	SW	Power Switch Output Pin (SW).
4	VIN	Supply Voltage Input Pin. XL6009 operates from a 5V to 32V DC voltage. Bypass Vin to GND with a suitably large capacitor to eliminate noise on the input.
5	FB	Feedback Pin (FB). Through an external resistor divider network, FB senses the output voltage and regulates it. The feedback threshold voltage is 1.25V.

400KHz 60V4ASwitching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/ DC Converter

Function Block

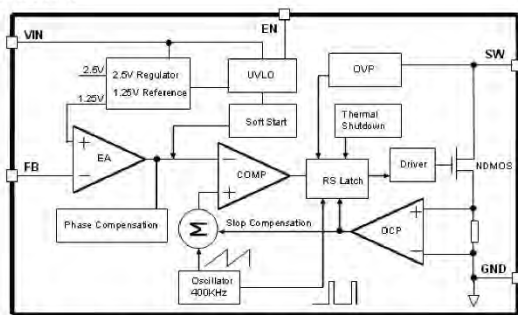


Figure3. Function Block Diagram of XL6009

Typical Application Circuit

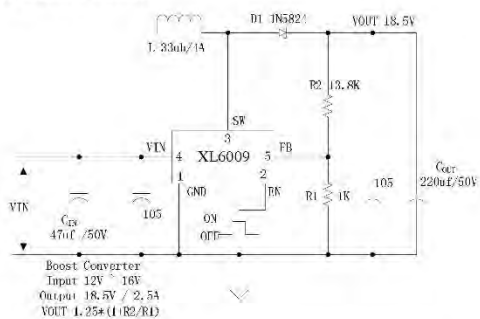


Figure4. XL6009 Typical Application Circuit (Boost Converter)



400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Ordering Information

Package	Temperature Range	Part Number	Marking ID	Packing Type
		Lead Free	Lead Free	
		XL6009E1	XL6009E1	
		XL6009TRE1	XL6009E1	Tape & Reel

kylinchip Pb-free products, as designated with "E1" suffix in the part number, are RoHS compliant.

Absolute Maximum Ratings (Note1)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage	V_{in}	-0.3 to 36	V
Feedback Pin Voltage	V_{FH}	-0.3 to V_{in}	V
EN Pin Voltage	V_{EN}	-0.3 to V_{in}	V
Output Switch Pin Voltage	V_{Output}	-0.3 to 60	V
Power Dissipation	P_D	Internally limited	mW
Thermal Resistance (TO263-5L) (Junction to Ambient, No Heatsink, Free Air)	R_{JA}	30	°C/W
Operating Junction Temperature	T_J	-40 to 125	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-65 to 150	°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	T_{LEAD}	260	°C
ESD (HBM)		>2000	V

Note1: Stresses greater than those listed under Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect reliability.

400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

XL6009 Electrical Characteristics

$T_a = 25^\circ\text{C}$; unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>System parameters test circuit figure4</i>						
VFB	Feedback Voltage	$V_{in} = 12\text{V}$ to 16V , $V_{out} = 18\text{V}$ $I_{load} = 0.1\text{A}$ to 2A	1.213	1.25	1.287	V
Efficiency	η	$V_{in} = 12\text{V}$, $V_{out} = 18.5\text{V}$ $I_{out} = 2\text{A}$	-	92	-	%

Electrical Characteristics (DC Parameters)

$V_{in} = 12\text{V}$, $\text{GND} = 0\text{V}$, V_{in} & GND parallel connect a $220\mu\text{f}/50\text{V}$ capacitor; $I_{out} = 0.5\text{A}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$; the others floating unless otherwise specified.

Parameters	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input operation voltage	V_{in}		5		32	V
Shutdown Supply Current	I_{STBY}	$V_{EN} = 0\text{V}$		70	100	μA
Quiescent Supply Current	I_q	$V_{EN} = 2\text{V}$, $V_{FB} = V_{in}$		2.5	5	mA
Oscillator Frequency	F_{osc}		320	400	480	KHz
Switch Current Limit	I_L	$V_{FB} = 0$		4		A
Output Power NMOS	R_{dson}	$V_{in} = 12\text{V}$, $I_{sw} = 4\text{A}$		110	120	mohm
EN Pin Threshold	V_{EN}	High (Regulator ON) Low (Regulator OFF)		1.4 0.8		V
EN Pin Input Leakage Current	I_{in}	$V_{EN} = 2\text{V}$ (ON)		3	10	μA
	I_L	$V_{EN} = 0\text{V}$ (OFF)		3	10	μA
Max. Duty Cycle	D_{MAX}	$V_{FB} = 0\text{V}$		90		%

400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Schottky Diode Selection Table

Current	Surface Mount	Through Hole	VR (The same as system maximum input voltage)				
			20V	30V	40V	50V	60V
1A		✓	1N5817	1N5818	1N5819		
3A		✓	1N5820	1N5821	1N5822		
		✓	MBR320	MBR330	MBR340	MBR350	MBR360
	✓		SK32	SK33	SK34	SK35	SK36
	✓			30WQ03	30WQ04	30WQ05	
		✓		31DQ03	31DQ04	31DQ05	
		✓	SR302	SR303	SR304	SR305	SR306
5A		✓	1N5823	1N5824	1N5825		
		✓	SR502	SR503	SR504	SR505	SR506
		✓	SB520	SB530	SB540	SB550	SB560
	✓			50WQ03	50WQ04	50WQ05	

Typical System Application for EPC/Notebook Car Adapter – Boost (Output 18.5V/2.5A)

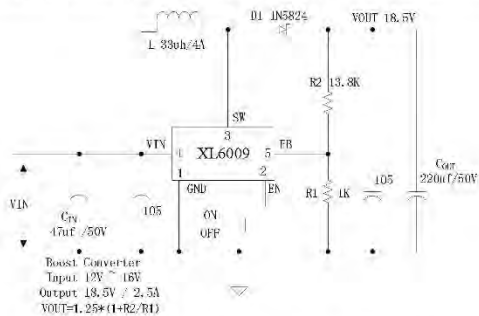


Figure5. XL6009 Typical System Application (Boost Converter)

400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Typical System Application for Portable Notebook Car Adapter
– SEPIC Buck-Boost Topology (Input 10V~30V, Output 12V/2A)

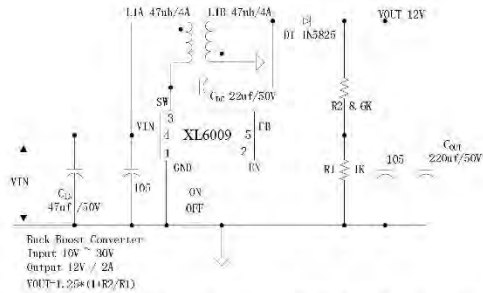


Figure6. XL6009 Typical System Application (SEPIC Buck-Boost Converter)

Typical System Application for Inverting Converter
– SEPIC Inverting Topology (Input 10V~30V, Output + -12V/1A)

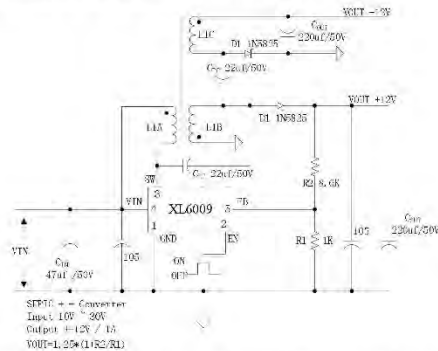
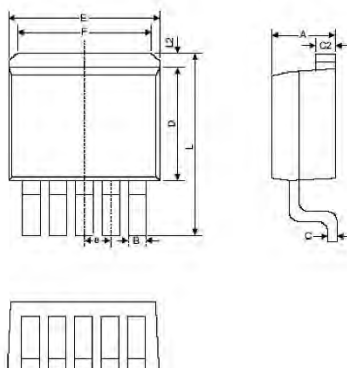


Figure7. XL6009 Typical System Application (SEPIC Inverting Converter)

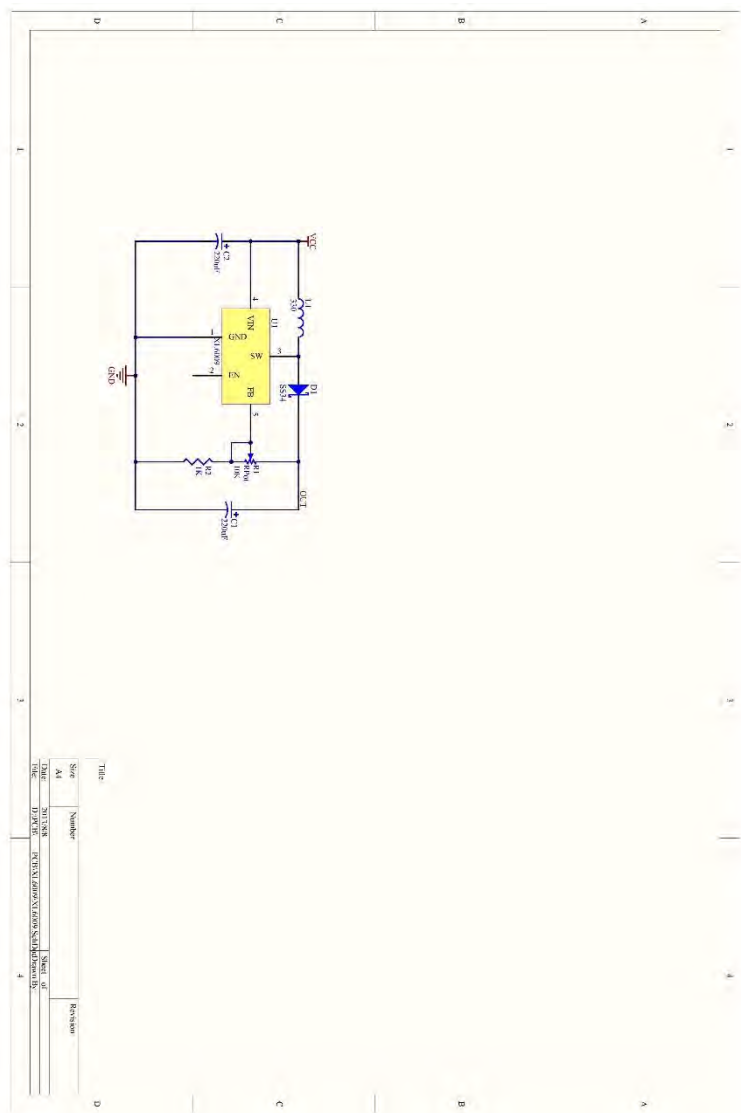
400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Package Information

TO263-5L



Symbol	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	4.06	4.83	0.160	0.190
B	0.76	1.02	0.030	0.040
C	0.36	0.64	0.014	0.025
C2	1.14	1.40	0.045	0.055
D	8.64	9.65	0.340	0.380
E	9.78	10.54	0.385	0.415
F	1.57	1.85	0.062	0.073
F	6.60	7.11	0.260	0.280
L	15.11	15.37	0.595	0.605
L2	-	1.40	-	0.055



Title		
Size	Number	Revision
A4	1	1
Author		
Date		
Project Name		
Page		

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : David Syaputra Bagus
TTL : Surabaya, 25 Desember 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Sidokare Asri AJ 12, Sidoarjo
Telp/HP :
E-mail : david.bagus131@gmail.com
Hobi : Berenang

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2000 – 2006 : SDN Pucang II, Sidoarjo
- 2008 – 2009 : SMPN 1 Wonosari, Malang
- 2009 – 2011 : SMPN 3 Sidoarjo, Sidoarjo
- 2011 – 2014 : SMAN 1 Wonoayu, Sidoarjo
- 2014 – sekarang : Bidang Studi Elektro Industri, Program D3 Teknik Elektro Otomasi, ITS

PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek PT. GMF AeroAsia Bandar Udara Juanda Surabaya. (Juli - September 2016)

PENGALAMAN KEPANITIAAN

- Sie Acara Kegiatan IARC 2014

PRESTASI

- Finalis Lomba KTI Katagori Mahasiswa (Environment Festival) 29-30 Oktober 2016
- Peserta Lomba KTI Nasional (EXCESS) 2016

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----